

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**Distribuição do Sistema Radicular e Fertilidade do  
Solo em Pastagens de Áreas de Relevo Declivoso em  
Itaperuna, RJ**

**Leonardo Muruci Machado Pimenta**

**2007**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR E FERTILIDADE DO  
SOLO EM PASTAGENS DE ÁREAS DE RELEVO DECLIVOSO EM  
ITAPERUNA, RJ**

**LEONARDO MURUCI MACHADO PIMENTA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Everaldo Zonta**

*e Co-orientação da Professora*  
**Lúcia Helena Cunha dos Anjos**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo.

Seropédica, RJ  
Março de 2007

631.4  
A663a  
T

Pimenta, Leonardo Muruci Machado, 1976  
Distribuição do Sistema Radicular e Fertilidade do Solo  
em Pastagens de Áreas de Relevo Movimentado./  
Leonardo Muruci Machado Pimenta – 2007.  
85 f. : il.

Orientador: Everaldo Zonta.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia.  
Bibliografia: f. 73-83.

1. Ciência do solo - Teses. 2. Solos – Análise – Teses.  
3. Índios Guarani Mbya – Agricultura – Teses. 4.  
Ecologia do solo – Teses. I. Zonta, Everaldo, 1957. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto  
de Agronomia. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

**LEONARDO MURUCI MACHADO PIMENTA**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/03/2007

---

Everaldo Zonta. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Felipe da Costa Brasil. Dr. UFRRJ

---

Paulo Francisco Dias. Dr. PESAGRO Rio

*Esta dissertação é dedicada a toda a minha família, aos meus orientadores, ao amigo Felipe da Costa Brasil, aos colegas e amigos que me auxiliaram nos experimentos e a minha companheira de jornada Natalie Pauferro.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por todos os momentos que a mesma me proporciona, bem como pelas oportunidades que foram a mim oferecidas.

Agradeço também aos meus pais, Maria Hortência Muruci Machado Pimenta e Cesar Laurindo Pimenta, pela vida e pelo apoio em todas as minhas decisões, sendo sempre compreensivos e presentes nas mesmas.

Agradeço a minha família por todos os momentos de alegria que me proporcionaram ao longo da vida, sendo sempre presentes e atenciosos. Agradeço especialmente a minhas tias Carla e Fátima pelas lições e pelos conselhos. Agradeço também ao meu avô Luis Carlos Siqueira machado, que quando em vida foi um segundo pai para min, servindo como referência e exemplo. Agradeço também a minha avó Vivalda Muruci Machado, que foi e é até hoje uma grandiosa presença em minha vida.

Pelos últimos dois anos, e pela maior parte da minha vida, agradeço de forma especial a minha Mãe, minha avó Vivalda, Tia Carla e meu Tio André (que é mais meu amigo do que parente). Se não fosse por eles eu não estaria aqui bem e feliz como eu estou hoje.

A minha namorada Natalie, sempre paciente nos momentos de estresse.

Aos amigos de trabalho e companheiros de jornada agradeço de forma especial :

Ao Felipe da Costa Brasil (vulgo gordinho), pela oportunidade única e incomparável, de estágio conselhos e companheirismo na vida e nas coletas do projeto RADEMA. Mais que um orientador, Felipe é um grande amigo, que leva sempre em conta o lado humano. Valeu Felipe, muito obrigado.

Aos meus orientadores, Everaldo Zonta, Lúcia Helena Cunha dos Anjos (Mestrado) e Marcos Gervásio Pereira (Graduação), agradeço por todos os ensinamentos e conselhos a mim dados, sendo sempre presentes e preocupados com o meu desempenho, eles foram verdadeiros pais acadêmicos, sem os quais nem metade deste trabalho teria sido realizada. Também agradeço aos mesmos pela paciência Tibetana, digna de um monge Budista, sendo sempre compreensivos, mas rigorosos nos meus momentos de falhas.

Agradeço também aos funcionários do Departamento, Anselmo, Bruno, Jair, Marcos, Morais (recordista absoluto em aberturas de trincheiras em relevo declivoso, 9 trincheiras em menos de 12 horas), Luciene e Roberto, por todo o carinho e competência nas viagens de projeto, na atenção nos laboratórios, e na secretaria do CPGA-CS.

Ao pesquisador Sérgio Camargo (Pesagro-RJ), agradeço todo o apoio e ensinamentos nas viagens de projeto, durante 4 anos de trabalho.

Agradeço ao amigo Juliano Bahiense Stafanato por todo o companheirismo e amizade desenvolvida durante os anos de pesquisa no projeto RADEMA e na vida acadêmica na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aos companheiros de laboratório Manuel Euzébio de Souza e Fernando Zuchello, eu agradeço o auxílio na avaliação e no processamento dos dados.

Agradeço também o a amizade e companheirismo, dos amigos Gláucio e Fábio e aos amigos de sala de mapas, Ademir, Adieron e Júlio, agradeço pela ajuda e toques durante a confecção desta dissertação.

A CAPES pela Bolsa, a Faperj e a Embrapa Solos pelo suporte financeiro ao projeto de pesquisa.

E a todos os que fizeram parte da minha vida acadêmica na UFRRJ, tanto na minha vida pessoal como na minha vida profissional, hoje, presentes ou não.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

## **BIOGRAFIA**

Leonardo Muruci Machado Pimenta nasceu na cidade de Varre-Sai RJ, localizada no Noroeste do estado, tendo passado toda sua infância e, início da adolescência nesta mesma cidade. Aos 14 anos no ano de 1991 mudou-se para a cidade do Rio de Janeiro onde residiu até 1997, mudando-se posteriormente para a cidade de Seropédica, onde iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, tendo concluído o curso em 2004, recebendo o título de Zootecnista em 27 de novembro de 2004. Por esta mesma universidade, iniciou o curso de mestrado em Agronomia-Ciência do Solo - CPGA-CS, em março de 2005, tendo sua conclusão em março de 2007.

## RESUMO

PIMENTA, Leonardo, Muruci, Machado. **Distribuição do sistema radicular e fertilidade do solo em pastagens de áreas de relevo declivoso em Itaperuna, RJ.** 2007. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

O presente estudo foi desenvolvido em uma região do Mar de Morros, área de relevo declivoso, no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. O experimento foi implantado na fazenda Pau-Ferro, onde se localiza a área Upepade N 5, do projeto RADEMA. Os objetivos do estudo foram: avaliar a distribuição dos nutrientes no solo, em profundidade, em área de pastagem manejada; e avaliar o desempenho das espécies forrageiras, através do crescimento vegetal, com destaque na distribuição temporal e espacial e em profundidade da massa seca radicular. Quando do início do experimento (2001) a pastagem era caracterizada exclusivamente pelo cultivo de Braquiária (*Brachiaria brizanta*), que não recebia adubação de forma adequada. A área do experimento foi localizada em solo Argissolo Vermelho – Amarelo, em relevo forte – ondulado. Ela foi dividida em 3 módulos ou piquetes, com 3 parcelas, de cerca de 2 ha cada. Em cada parcela foi implantada uma espécie forrageira, sendo que na primeira parcela foi implantada a Braquiária (*Brachiaria brizanta*), na segunda a espécie Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e na terceira parcela foi cultivado a espécie Suázi (*Digitaria swazilandensis*). Nas parcelas foram realizadas 9 coletas entre abril de 2002 a maio de 2006. As coletas de solo e raízes foram feitas em trincheiras e com monólitos metálicos, tomando-se amostras em seções de 0,1m de solo até a profundidade de 0,7m, com duas repetições R1 e R2). Também foram coletadas amostras da parte aérea de planta. Os parâmetros de fertilidade do solo, avaliados até a profundidade de 0,7m, se mantiveram inalterados em todas as áreas, indicando que o processo de degradação do solo foi interrompido, pelo manejo rotacionado e práticas de adubação adotadas na área experimental. As espécies estudadas apresentaram crescimento radicular e de parte aérea semelhantes, não diferindo estatisticamente entre si. Entretanto, a diminuição na produção de fitomassa de parte aérea, ao longo do tempo, pode indicar uma retomada do processo de degradação das pastagens. Desta forma, recomenda-se outros estudos sobre a taxa de lotação animal e formas de manejo das pastagens para definir o melhor uso para o solo e condição de declive da área.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas. Sistema radicular. Forragens.



## ABSTRACT

PIMENTA, Leonardo, Muruci, Machado. **Distribution of root system and soil fertility of pastures in sloping areas of Itaperuna, Rio de Janeiro State, Brazil.** 2007. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

The present study was developed in a region of undulating landscape in Itaperuna County, at the Northwest region of Rio de Janeiro State. The studies were carried through in Pau Ferro farm, where the experimental area Upepade N 5, project RADEMA, was located. The objectives of the study were: to evaluate distribution of soil nutrients, with depth, in an area of pasture; and to evaluate the performance of fodder species, through their growth, with emphasis on temporal and soil depth distribution of dry root mass. In the beginning of the experiment (2001), the pasture was characterized exclusively by braquiaria grass (*Brachiaria brizanta*), without receiving adequate fertilization. The experiment site was set in a Yellow – Red Ultisol, on a strong undulating slope. It was divided into 3 modules or plots, with 3 parcels, of about 2 ha each. In each parcel a grass species was introduced, being in the first parcel the Braquiária (*Brachiaria brizanta*), in the second Tifton 85 (*Cynodon* spp.), and in the third the Suázi (*Digitaria swazilandensis*). A total of 9 sample periods were carried out between April 2002 and May 2006. Soil and root material samples were taken in soil pits, for each sampling period and parcels, using metallic monoliths, in layers of 0.1 m up to 0.7 m depth, with two repetitions R1 and R2. The aerial parts of plants were also sampled. The soil fertility parameters, analyzed up to 0.7 m depth, showed similar results for all the areas. This indicates that the soil degradation process was held as a result of the right management of animals and fertilization practices adopted in the experimental area. The vegetal growth results indicated that the species studied had similar root growth and aerial part, not differing statistically. However, the reduction in production of aerial part biomass, with time, may indicate the beginning of a degradation process of the pastures. So, more studies are recommended on the pastures animal ratio capacity and management to define the best usage for the soil and slope condition of the area.

**Key words:** Degraded areas. Root systems. Fodder plants.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição espacial de chuvas médias anuais (1990-1997), segundo: Martorano et al. (2003).....	7
<b>Figura 2.</b> Cotas pluviométricas médias mensais em Itaperuna (1969-2000), segundo Martorano et al. (2003).....	8
<b>Figura 3.</b> Armazenamento de água no solo para o município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, dados referentes a normal 1961/1990, INMET (2006). 8	
<b>Figura 4.</b> Temperaturas médias e extremas anuais em Itaperuna (1969-2000), segundo Martorano et al. (2003).....	9
<b>Figura 5.</b> Isotermas médias anuais (1973-2000), segundo Martorano et al. (2003).....	10
<b>Figura 6.</b> Vista geral da área experimental localizada na fazenda Pau-Ferro, município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (Upepade N°5). ....	16
<b>Figura 7.</b> Diagrama da área experimental na Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ. As áreas marcadas dentro dos piquetes representam as trincheiras (T). Coordenadas: 21°13'35" S e 41°54'43" W Gr. ....	17
<b>Figura 8.</b> Distribuição dos parâmetros de fertilidade da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna-RJ, avaliados pela análise dos componentes principais (PCA). ....	37
<b>Figura 9.</b> Dispersão dos escores dos fatores 1e 2 e áreas dos tratamentos estudados na fazenda Pau Ferro, Itaperuna-RJ, avaliados pela análise dos componentes principais (PCA). a b c d e, principais agrupamentos. ....	38
<b>Figura 10.</b> Trincheira aberta na área experimental da fazenda do Pau-Ferro, município de Itaperuna, noroeste do estado do Rio de Janeiro. ....	50
<b>Figura 11.</b> Procedimento de lavagem de raízes. A - Balde padrão de 10 litros com amostra de solo; B - peneira de 2 mm; C - lavagem do material; D – peneiragem; E - peneira com material (raízes) coletado; F - embalagens contendo material de coleta de campo, amostra para análise de fertilidade e raízes coletadas no procedimento... 51	
<b>Figura 12.</b> Área coletada de parte aérea (20 x 20 cm),Upepade ? 5 na Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna -RJ. ....	52
<b>Figura 13.</b> Biomassa radicular de Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon</i> spp.) e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. Onde: (a) representa distribuição em todas as coletas, (b) os meses com influencia de período chuvoso, e (c) os meses com influência de período seco.....	54
<b>Figura 14.</b> Distribuição da massa seca radicular em profundidade para diferentes épocas de coletas para Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon</i> spp.) e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na área experimental Upepade ? 5. *Médias seguidas de mesma letra em uma mesma época de coleta não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ). a - profundidade de 0-0,1m; b - 0,1-0,2m; c - 0,2-0,3m, d - 0,3-0,4m.....	59
<b>Figura 15.</b> Distribuição da massa seca radicular em profundidade para diferentes épocas de coletas para Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon</i> spp.) e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ. *Médias seguidas de mesma letra em uma mesma época de coleta não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ). a - 0,4-0,5m; b - 0,5-0,6m e; c - 0,6-0,7m. ....	60

- Figura 16.** Conteúdo de nitrogênio em raízes de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), na profundidade de 0-0,7 m, avaliadas na fazenda Pau Ferro Itaperuna noroeste do estado do Rio de Janeiro..... 62
- Figura 17.** Conteúdo de fósforo em raízes de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), na profundidade de 0-0,7 m, avaliadas na fazenda Pau Ferro Itaperuna noroeste do estado do Rio de Janeiro..... 63
- Figura 18.** Conteúdo de potássio em raízes de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), na profundidade de 0-0,7 m, avaliadas na fazenda Pau Ferro Itaperuna noroeste do estado do Rio de Janeiro..... 64
- Figura 19.** Massa seca de parte aérea em  $\text{MG ha}^{-1}$  de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ. Avaliados em maio de 2003, maio de 2004, maio de 2005 e maio de 2006, (período de 60 meses)... 67

## INDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Uso da terra nos municípios da região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. ....	4
<b>Tabela 2.</b> Utilização das terras e atividade agrícola no município de Itaperuna-RJ.....	5
<b>Tabela 3.</b> Efetivos do rebanho de herbívoros (ruminantes e monogástricos), por cabeça, dos municípios, macro e micro regiões do Noroeste do Rio de Janeiro. Fonte IBGE (2006e).....	5
<b>Tabela 4.</b> Produção e ou efetivo do rebanho na região de Itaperuna-RJ. Fonte IBGE, (2006e).....	6
<b>Tabela 5.</b> Coletas, datas e manejo realizados na área experimental Upepade ? 5 fazenda Pau Ferro, localizada no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Dados fornecidos pela Pesagro RJ. ....	16
<b>Tabela 6.</b> Médias dos valores de pH na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m.	20
<b>Tabela 7.</b> Médias dos valores de alumínio (Al) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	21
<b>Tabela 8.</b> Médias dos valores de acidez potencial (H + Al) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	23
<b>Tabela 9.</b> Médias dos valores do cálcio (Ca) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m.	24
<b>Tabela 10.</b> Médias dos valores do magnésio (Mg) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	26
<b>Tabela 11.</b> Médias dos valores do cálcio mais magnésio (Ca+Mg) $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	27
<b>Tabela 12.</b> Médias dos valores fósforo (P) em $\text{mg dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m.....	29
<b>Tabela 13.</b> Médias dos valores de potássio (K) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de	

	abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	30
<b>Tabela 14.</b>	Médias dos valores de carbono orgânico C. Org) em g kg <sup>-1</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	31
<b>Tabela 15.</b>	Médias do V% na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m.....	33
<b>Tabela 16.</b>	Médias do valor S em cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. 34	
<b>Tabela 17.</b>	Médias do valor T em cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. 35	
<b>Tabela 18.</b>	Matriz de correlação dos parâmetros de fertilidade do solo e Msra na área experimental Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	36
<b>Tabela 19.</b>	Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, com extrator duplo-ácido, adaptado de Almeida, et al. (1988). ....	39
<b>Tabela 20.</b>	Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, parâmetros adotados pelos laboratórios do estado, adaptado de Almeida et al. (1988). Valores em meq /100 mL.....	40
<b>Tabela 21.</b>	Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, com extrator duplo-ácido, adaptado de Almeida et al. (1988). ....	40
<b>Tabela 22.</b>	Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, parâmetros adotados pelos laboratórios do estado, adaptado de (Almeida, et al. 1988). ....	41
<b>Tabela 23.</b>	Dados de coeficiente de variação CV (%), de massa seca radicular nas espécies Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ) e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ) para as coletas na Upepade ? 5, fazenda Pau-Ferro, Itaperuna (RJ). ....	56
<b>Tabela 24.</b>	Dados de distribuição massa seca radicular em porcentagem por profundidade para as espécies Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ) e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), plantadas na Upepade ? 5, fazenda Pau-Ferro, Itaperuna (RJ). ....	57
<b>Tabela 25.</b>	Médias dos valores de conteúdo de nitrogênio (N) na raiz, em mg g <sup>-1</sup> , obtidos na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), no período de agosto de 2004 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária ( <i>Brachiaria brizanta</i> ), Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ), e Suázi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ), na profundidade de 0-0,7 m. ....	65

- Tabela 26.** Médias dos valores de conteúdo de fósforo (P) na raiz, valores em  $\text{mg g}^{-1}$ , obtidos na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), no período de agosto de 2004 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m..... 65
- Tabela 27.** Médias dos valores de conteúdo de potássio (K) na raiz, valores em  $\text{mg g}^{-1}$ , obtidos na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), no período de agosto de 2004 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m. .... 66
- Tabela 28.** Valores médios de massa seca de parte aérea das espécies Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ..... 68

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
2.1. Degradação de Pastagens .....	2
2.2. Descrição da Região do Estudo.....	3
2.3.1 População e economia .....	3
2.3.2 Uso da terra e agricultura.....	4
2.3.3 Clima .....	6
<b>3. CAPITULO I EFEITO DO MANEJO NA FERTILIDADE DO SOLO EM PASTAGENS PLANTADAS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....</b>	<b>11</b>
3.1 Resumo .....	12
3.2 Abstract .....	13
3.3. <b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
3.4. <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.4.1. Caracterização Inicial da Área de Estudo (tempo 0).....	15
3.4.2. Parcelas Experimentais .....	15
3.4.3. Manejo da Área e Épocas de Avaliação.....	18
3.4.4. Análises Estatísticas.....	18
3.5. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
3.5.1. pH, Alumínio (Al) e Acidez Potencial (H+Al) .....	19
3.5.2. Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg).....	24
3.5.3. Fósforo (P), Potássio (K) e Carbono Orgânico (C. Org).....	28
3.5.4. V%, Valor S e Valor T.....	32
3.5.5. Análise de Componentes Principais (PCA).....	36
3.5.6. Interpretação dos Parâmetros de Fertilidade na Área Experimental.....	38
3.6. <b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>4. CAPITULO II DENSIDADE RADICULAR E FITOMASSA AÉREA DE UMA PASTAGEM PLANTADA NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....</b>	<b>44</b>
4.1 Resumo .....	45
4.2 Abstract .....	46
4.2. <b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>45</b>
4.3. <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>
4.3.1. Abertura das Trincheiras e Coleta de Amostras .....	50
4.3.2. Separação das Raízes .....	50
4.3.3. Coleta da Parte Aérea.....	51
4.3.4. Análise dos Teores de N, P e K da Biomassa Radicular .....	52
4.3.5. Avaliação dos Dados.....	52
4.4. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
4.4.1. Avaliação da Distribuição Radicular .....	53
4.4.2. Avaliação dos Teores de N, P e K.....	61
4.4.3. Avaliação da Fitomassa da Parte Aérea .....	66
4.5. <b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>72</b>
<b>6. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>71</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>79</b>
<b>8 ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O manejo inadequado e a exploração desordenada da agricultura e dos recursos ambientais são problemas de ordem mundial, e a humanidade tem sido levada a discutir novas formas de se minimizar os impactos causados ao meio ambiente, através da exploração agrícola. Em regiões de mar de morros, como na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, as terras do município de Itaperuna, um dos mais proeminentes e desenvolvidos desta região, há anos vêm sofrendo com a exploração incorreta e manejo inadequado da produção agrícola e uso da terra.

Culturas como o café, por exemplo, após anos de produção em áreas declivosas desmatadas e sem manejo adequado do solo diminuem a sua produtividade, devido ao desgaste do solo, que tem seus recursos físicos e químicos exauridos pela exploração e manejo mal planejados. Isto torna a produção inviável economicamente, obrigando o agricultor a migrar para outros tipos de culturas, ou a introduzir espécies forrageiras menos exigentes de forma também inapropriada.

Essa exploração desordenada fez com que a cobertura florestal se resumisse a apenas 5% nos dias atuais (Rio de Janeiro, 1994). Por sua vez, esta pequena fração, é constituída apenas de fragmentos de matas secundárias, também com certo grau de degradação (Rio de Janeiro, 1994). Esse aspecto piora não só o clima da região, que passa a ter suas variações modificadas devido a mudanças no ecossistema, bem como, torna complicada e dispendiosa a sua recuperação devido ao baixo número de pontos de mata atlântica original, prejudicando assim a recuperação deste Bioma devido à diminuição de sua resiliência e biodiversidade.

Grande parte do problema ocorre em função da falta de assistência técnica para o homem do campo, pois o mesmo tem a sua realidade agrária e seus níveis de manejo e de conhecimento negligenciados pela maioria dos órgãos responsáveis, o que favorece o fracasso de projetos implantados para a melhoria do sistema de produção na região. Esta falta de conhecimento e o uso incorreto das áreas produtivas levam o agricultor a uma exploração desordenada do espaço, aumentando assim a utilização de áreas impróprias para a atividade agrícola, com um manejo inadequado das pastagens associadas à utilização de práticas de manejo e conservação de solo e água não adequados.

Desta forma, técnicas como o plantio direto, a arborização de pastagens, a utilização de espécies forrageiras mais adequadas e o correto manejo da lotação animal, são de vital importância para se obter uma melhor produtividade e uma sustentabilidade do sistema produtivo como um todo.

Sendo assim, torna-se necessário gerar dados sobre a dinâmica dos processos envolvidos na recuperação e de manutenção de áreas degradadas de pastagens, dentro deste contexto regional. A avaliação do crescimento de espécies de gramíneas introduzidas em áreas com avançado processo de degradação, pode oferecer subsídios técnicos visando a maior sustentabilidade da produção agrícola com diminuição do impacto produtivo na estrutura do solo e no meio ambiente.

O objetivo geral do estudo foi avaliar formas de manejo e cultivo de forrageiras alternativas, que possam diminuir o processo de degradação das áreas de pasto sem prejudicar a produção. Os objetivos específicos foram:

a) Avaliar a distribuição dos nutrientes e atributos químicos em profundidade no solo, no período estudado.

b) Avaliar o crescimento e a produção de massa seca radicular e da parte aérea de gramíneas forrageiras e a sua relação com a produtividade nos sistemas pastoris implantados.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Degradação de Pastagens

A degradação de pastagens constitui-se um problema de abrangência mundial (Dias Filho, 2003), que causa prejuízos de ordem econômica e ambiental principalmente nos trópicos. No Brasil estima-se que o fenômeno atinja cerca de metade das pastagens formadas nas principais regiões pastoris (Faria et al., 1997).

O processo de degradação de pastagens pode ser definido como a progressiva perda de vigor da produtividade, da capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e a qualidade exigida pelos animais. Também, a perda de capacidade de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, são indicativos do processo de degradação, e neste caso, podem culminar com uma degradação avançada dos recursos naturais daquele ambiente (Macedo & Zimmer, 1993). O processo de degradação das pastagens pode ocorrer de diversas formas, e, diversas razões podem causar o declínio produtivo das pastagens (Boddey et al. 1993; Oliveira, 2000), o manejo inadequado tem sido apontado como uma das principais causas (Dias-Filho, 1988).

Geralmente o processo de degradação de pastagens ocorre através da perda de cobertura de solo, seja pelo uso de densidades de pastejo inadequadas, ou pela exportação de nutrientes e não reposição destes. Com a diminuição da cobertura vegetal, acontece um aumento na competitividade pelas plantas invasoras, que em geral são mais eficientes no uso dos escassos recursos do meio e, conseqüentemente apresentam uma capacidade produtiva superior à das pastagens nestas condições. Também, podem ocorrer perdas por lixiviação de nutrientes e redução dos teores de matéria orgânica, além de perdas de ordem física, como erosão e compactação de solo (Dias Filho, 2003).

Outra fonte importante no processo degradativo é o uso de terras marginais, que não são apropriadas para outras atividades agrícolas, onde os solos são naturalmente pobres em nutrientes ou sujeitos a situação de estresse, como o encharcamento periódico, ou ainda, situados em locais de difícil acesso, com relevo acidentado suscetíveis à erosão (Primavesi, 1997). Tanto naquelas, como nesta última situação, a recuperação e conservação das pastagens são importantes para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas pastoris.

Diversas técnicas de avaliação têm sido utilizadas, a partir de estudos dos atributos físicos e químicos do solo e de crescimento vegetal, tais como: práticas como o plantio direto das espécies forrageiras, consórcio da pastagem com diversas espécies vegetais, sistema lavoura pecuária, arborização de pastagens, entre outras (Dias, 2005).

Já em regiões onde o preço da terra permite a criação extensiva de bovinos, alguns pecuaristas vêm tentando recuperar as pastagens quando estão muito degradadas. O que é feito pela introdução de gramíneas mais produtivas, de forma parcelada, ou ainda, utilizando os sistemas integrados agricultura-pastagens, que permitem aproveitar o efeito residual dos corretivos e fertilizantes aplicados nas lavouras, que beneficia a forrageira implantada logo após a colheita da cultura agrícola (Kluthcouski et al., 1991).

No Brasil, já há algum tempo, estão sendo introduzidas técnicas de plantio direto para a recuperação de pastagens, onde a prática de recuperação é feita com o plantio direto de cultura anual adubada sobre a espécie forrageira. Em casos como este, onde o plantio foi realizado sem o revolvimento do solo, foi possível recuperar áreas de pastagem através da aplicação de corretivos e fertilizantes minerais e manejo rotacionado, em curto espaço de tempo. Sendo a persistência de uma determinada espécie forrageira dependente da manutenção do nível de fertilidade e de seu período de descanso (Primavesi, 1997).

Desta forma o conhecimento e o estudo da dinâmica dos atributos físicos, químicos e biológicos envolvidos em um sistema de pastagens, tornam-se cruciais para que se possam traçar as melhores técnicas a serem utilizadas na conservação e recuperação das mesmas. Sendo assim, estudos de parâmetros como a dinâmica do crescimento radicular em áreas de pastagem, são de extrema importância, pois como se sabe os sistemas radiculares das plantas podem influenciar a hidrologia a bioquímica e a produtividade primária dos ecossistemas terrestres (Jackson et al., 1999).

Os sistemas radiculares também estão envolvidos em processos chaves na dinâmica dos solos, influenciando processos de natureza química, bioquímica e até de ordem física, onde os mesmos são capazes de participar de forma ativa da gênese e conservação de microagregados e bioporos (Tisdall, 1996). Também cumprem um importante papel nos processos que envolvem a formação e estabilização destes no solo (Doomar & Foster, 1971), sendo este um aspecto importante na recuperação de solos degradados (Mielniczuk, 1999).

O estudo dos sistemas radiculares das plantas forrageiras também gera dados sobre a fixação de C no solo. Em áreas onde as florestas foram desmatadas e se introduziu pastagens, o acúmulo de C nas camadas superficiais dos solos foi quase sempre superior àqueles encontrados na mata original (Bonde et al., 1992; Cerri & Moraes, 1992; Cerri et al., 1992; Choné et al., 1991).

Se bem conduzida então, uma pastagem pode aumentar o carbono orgânico do solo ( $C_{Org}$ ), e, conseqüentemente, melhorar as características físicas e químicas do mesmo (Freitas et al., 2000), estabelecendo assim, um processo de recuperação e posteriormente melhorando a sustentabilidade dos ecossistemas pastoris. Nos ecossistemas de pastagens perenes, o carbono orgânico no solo está mais protegido, devido ao menor efeito de práticas agrícolas que causam a destruição das estruturas edáficas, onde a matéria orgânica do solo fica protegida em associação com argilas e microagregados (Woomer et al., 1994; Batjes e Sombroek, 1997).

## **2.2. Descrição da Região do Estudo**

O município de Itaperuna está localizado na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos 20°45' e 21°50' S e 41°28' e 42°23' W, que representa 12,3% da área total do estado. Abrange aproximadamente 5.388 km<sup>2</sup>, com predomínio de relevo forte ondulado e montanhoso. A microrregião é formada por treze municípios: Aperibé, Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje de Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre-Sai (Martorano et al., 2003).

### **2.2.1 População e economia**

O município de Itaperuna tem uma população residente de 86.720 habitantes (Figura 1), sendo que a maior parte dos indivíduos encontra-se na faixa etária dos 29 a 49 anos (IBGE, 2006a). Da população com mais de 10 anos, 72.782 indivíduos possuem algum grau de escolaridade, sendo que, os indivíduos com escolaridade entre 4 e 7 anos de estudo, são os que têm maior representação entre as demais categorias, contabilizando um total de 36% da população com algum grau de escolaridade (IBGE, 2006 a)

A economia da região conta com 2.676 estabelecimentos, sendo representados em sua maior parte por: empresas de comércio (1.319 estabelecimentos, 49% das empresas), indústrias de transformação, estabelecimentos de atividade imobiliária, alojamento e alimentação, enquanto que, empresas do setor agrícola não chegam a 1% do número de estabelecimentos comerciais no município (IBGE, 2006 b).

Neste cenário, a criação de bovinos, com o número mais expressivo de animais, é justificada, pela grande área de pastagem na região, que cobre 82 % da área do município. No entanto, levando-se em conta as áreas de pasto e o número total de animais herbívoros (ruminantes e monogástricos) manejados na região, pode-se observar que para cada animal manejado na região se utiliza 0,78 ha. No entanto a capacidade de suporte dos animais nestas áreas, que possuem relevo declivoso, chega a 0,5 UA/ha<sup>-1</sup> e a produção leite/vaca é em torno de 3 kg leite/vaca<sup>-1</sup>/dia<sup>-1</sup> (Emater-Rio, 1997). Isso é decorrente do manejo extensivo dos animais, sem o devido manejo das pastagens, que em geral são e/ou foram introduzidas quando da ocorrência de uma perda da fertilidade do solo, devido a uma sucessão de lavouras.

**Tabela 1.** Uso da terra nos municípios da região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

Municípios e microrregião	Área total (ha)	Lavouras permanentes e temporárias (ha)	Pastagens naturais e artificiais (ha)	Matas naturais e plantadas (ha)	Lavouras em descanso e não utilizadas (ha)
<b>Itaperuna</b>	<b>268 030</b>	<b>27777</b>	<b>206709</b>	<b>16996</b>	<b>6877</b>
Bom Jesus do Itabapoana	52 860	3975	46772	1495	130
Italva	23 011	2607	15507	1747	1834
<b>Itaperuna</b>	<b>100 565</b>	<b>5627</b>	<b>82227</b>	<b>5089</b>	<b>3055</b>
Laje do Muriaé	23 515	2164	17221	2551	857
Natividade	26 150	2363	20450	1726	228
Porciúncula	24 609	5449	15631	2165	454
Varre-Sai	17 320	5592	8900	2222	318

Fonte IBGE, 2006 c d

### 2.2.2 Uso da terra e agricultura

A área total da microrregião de Itaperuna ocupa 268.030 ha. A atividade que representa a maior ocupação das terras é a de pastagens com 206.709 ha (77% da área total dos municípios), seguida de lavoura (em uso e em descanso), com 34.654 ha (16% da área total dos municípios). As áreas com mata têm a menor representação, com apenas 16 996 ha (6% da área total dos municípios), conforme mostra a Tabela 1 (IBGE, 2006 c d).

No município de Itaperuna a área ocupada por pastagens tem lugar de destaque, seguindo a tendência observada na região, quando se compara o uso da terra dos municípios adjacentes. Neste município, as áreas destinadas ao uso de pastagens ocupam 82% da área total do município (segunda maior área ocupada por pastagens da região Noroeste) (Tabela 1).

Quanto às culturas plantadas no município de Itaperuna, as que apresentam o maior destaque são: banana, café, coco da baía, goiaba, maracujá, abacaxi, arroz (em casca), cana-de-açúcar, feijão (em grão), mandioca, milho (em grão) e tomate. Destas, as que apresentam maiores rentabilidades são as lavouras de tomate e milho, pois sendo a 6<sup>o</sup> cultura com a menor área de cultivo é, no entanto, a que tem a maior rentabilidade econômica com a maior renda bruta do município, no período avaliado (Tabela 2).

No que se refere à produção animal, na região predomina a produção de bovinos, seguida pelas demais em pequena escala, mostrando um quadro de subsistência e mercado informal (Tabelas 3 e 4).

**Tabela 2.** Utilização das terras e atividade agrícola no município de Itaperuna-RJ.

Produto	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Produção	Produtividade	Rendimento R\$
Banana*	18	18	144 t	8.000 kg/ha.	29 000,00
Café*	392	392	235 t	599 kg/ha.	353.000,00
Coco-da-baía*	5	5	16.000 frutos	3.200 frutos/ha.	6.000,00
Goiaba*	25	25	500 t	20.000kg/ha.	150.000,00
Maracujá*	80	80	1600 t	20.000 kg/ha.	720.000,00
Abacaxi	14	14	700.000 frutos	50.000 kg/ha.	203.000,00
Arroz +	350	350	875 t	2.500 kg/ha.	525.000,00
Cana-de-açúcar	300	300	6.000 t	20.000 kg/ha.	300.000,00
Feijão+	75	75	45 t	600 kg/ha.	68.000,00
Mandioca +	50	50	400 t	8000 kg/ha.	160.000,00
Milho	1.596	1.596	3192 t	2.000 kg/ha.	1.117.000,00
Tomate+	65	65	3900 t	60.000 kg/ha.	1.950.000,00

\*lavoura permanente/+ lavoura temporária

Fonte IBGE, 2006 c d

**Tabela 3.** Efetivos do rebanho de herbívoros (ruminantes e monogástricos), por cabeça, dos municípios, macro e micro regiões do Noroeste do Rio de Janeiro. Fonte IBGE (2006e).

Municípios e regiões	Bovinos	Bubalinos	Ovinos	Caprinos	Eqüinos	Asininos	Muares
<b>Micro-Região Itaperuna<sup>1</sup></b>	<b>263.830</b>	<b>80</b>	<b>1.815</b>	<b>4.730</b>	<b>7.330</b>	<b>44</b>	<b>830</b>
Bom Jesus do Itabapoana	61.830	-	260	550	1.080	3	180
Italva	26.000	-	170	450	1.000	3	190
<b>Itaperuna</b>	<b>98.000</b>	<b>80</b>	<b>1.200</b>	<b>2.500</b>	<b>3.200</b>	<b>15</b>	<b>250</b>
Laje do Muriaé	18.500	-	120	250	750	3	40
Natividade	35.000	-	-	400	500	6	70
Porciúncula	17.000	-	-	250	450	6	60
Varre-sai	7.500	-	65	330	350	8	40

Fonte IBGE (2006e).

<sup>1</sup> A Micro – Região Itaperuna compreende todos os municípios listados na Tabela 3.

**Tabela 4.** Produção e ou efetivo do rebanho na região de Itaperuna-RJ. Fonte IBGE, (2006e).

<b>Criação</b>	<b>Produção / efetivos do rebanho</b>
Leite de vaca (produção)	23.828.000 litros
Ovos de galinha	110.000 dúzias
Bovinos	98.000 cabeças
Vacas ordenhadas	23.000 cabeças
Galinhas	10.500 cabeças
Ovos de codorna	6.000 dúzias
Eqüinos	3.200 cabeças
Suínos	3.100 cabeças
Codornas	2.500 cabeças
Caprinos	2.500 cabeças
Ovinos	1.200 cabeças
Coelhos	500 cabeças
Mel de abelha	350 kg
Muares	250 cabeças
Bubalinos	80 cabeças
Asininos	15 cabeças

Fonte IBGE, (2006e).

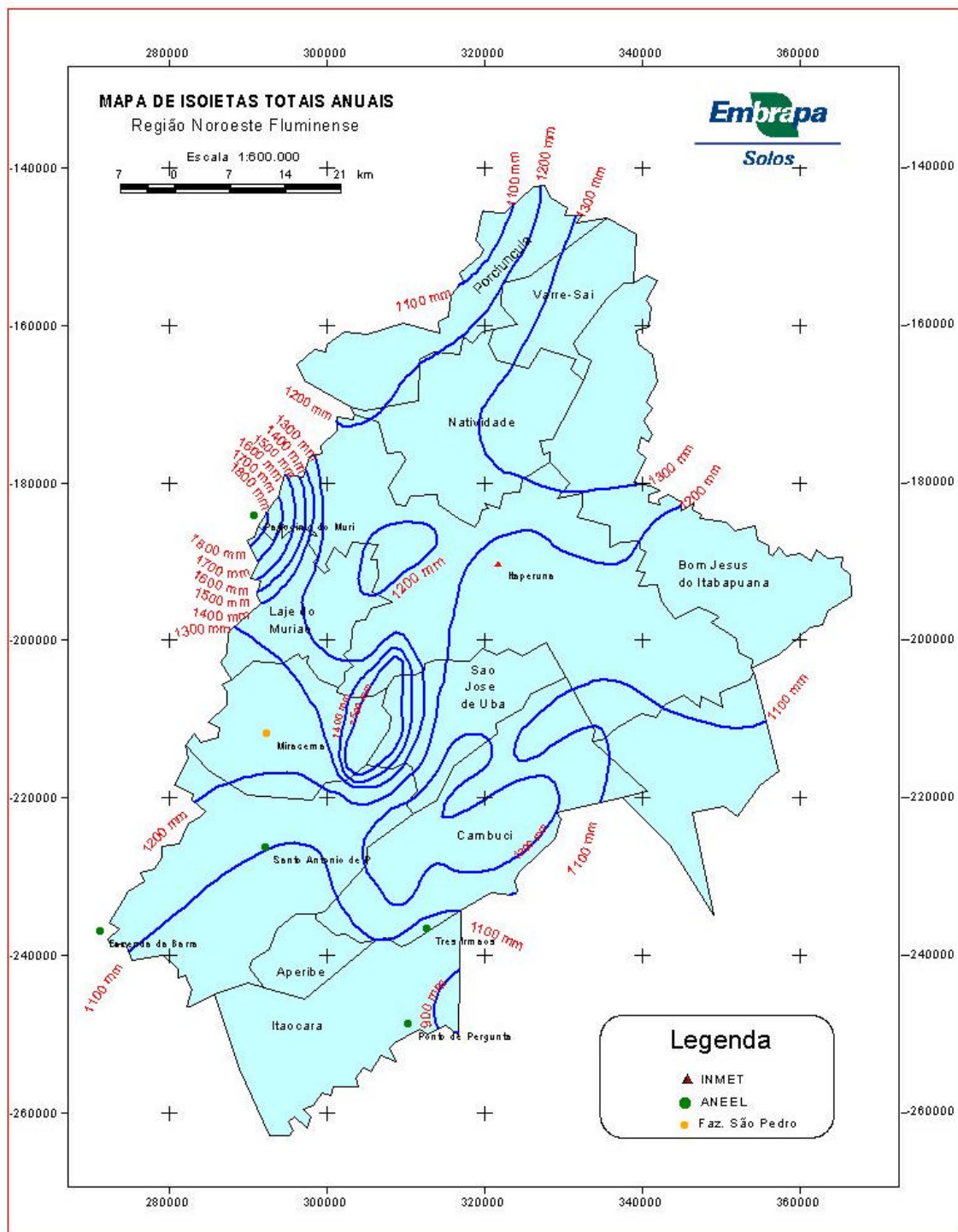
### **2.2.3 Clima**

A caracterização climática da região foi feita por Martorano et al. (2003), com base em dois conjuntos de dados a saber: a) observações mensais e anuais de precipitação pluvial, correspondente ao período de 1990 a 1997, de 21 localidades, cedidos pela agência nacional de energia elétrica (ANEEL) e pelo instituto nacional de meteorologia (INMET), que possibilitaram a especialização do regime pluviométrico médio na região; b) dados termo pluviométricos referentes ao período de 1969 a 2000, fornecidos pela estação INMET, localizado em itaperuna, entre as coordenadas 21° 12' S e 41° 54' W, com 128m de altitude.

O regime climático na região apresenta características *Aw*, segundo Köeppen, que são típicas de clima tropical chuvoso com inverno seco. Porém, Martorano et al. (2003) observou indícios de que o clima na região vem se tornando mais seco e mais quente, sendo classificado como clima Megatérmico Subúmido Seco, com precipitação insuficiente em todas as estações do ano.

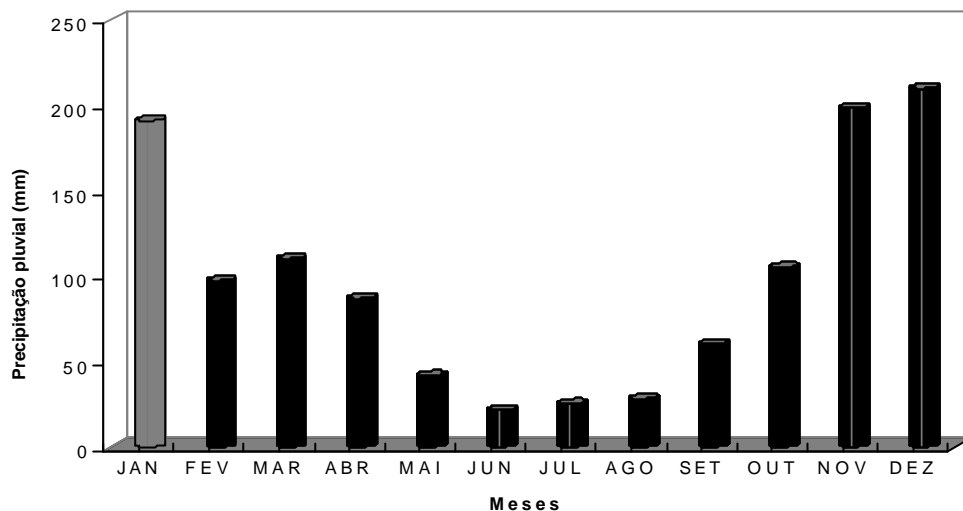
#### **a) Precipitação pluvial**

A distribuição espacial dos totais anuais de chuva, no Noroeste Fluminense, revela que as Isoetas de maiores valores ocorrem na porção Nordeste, que abrange parte dos municípios de Natividade e Varre-Sai, bem como na porção Noroeste, que compreende parte dos municípios de Patrocínio do Muriaé e Laje do Muriaé (Figura 1). O município de Itaperuna é predominantemente regido pelo regime pluviométrico médio anual de 1200 mm (Figura 1) (Martorano et al., 2003).



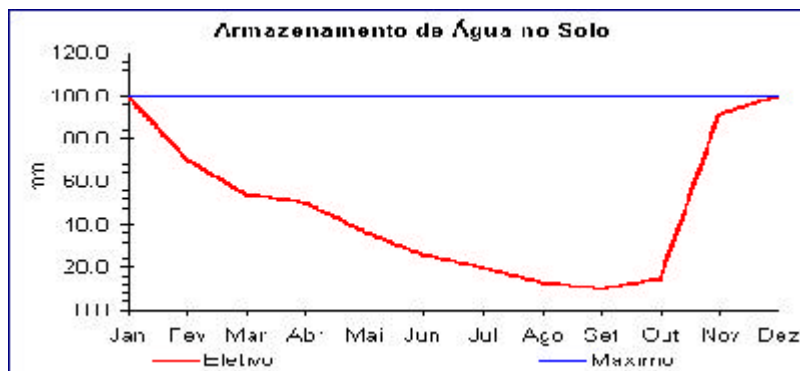
**Figura 1.** Distribuição espacial de chuvas médias anuais (1990-1997), segundo: Martorano et al. (2003).

Em se tratando do regime de chuvas (Figura 2), observa-se que, no período de maio a agosto, ocorreram valores inferiores a 50 mm, enquanto que nos meses compreendidos entre novembro e janeiro foram superiores a 150 mm, sendo este o período que apresenta maiores ofertas de precipitação pluvial Martorano et al. (2003).



**Figura 2.** Cotas pluviométricas médias mensais em Itaperuna (1969-2000), segundo Martorano et al. (2003).

Conseqüentemente, a quantidade de água armazenada no solo para o município de Itaperuna, nos meses de janeiro e dezembro é maior que nos meses de agosto, setembro e outubro, quando ocorrem as menores quantidades de água no solo. Essa variação pode ser explicada pelo período seco que antecede estes meses (Figura 3).

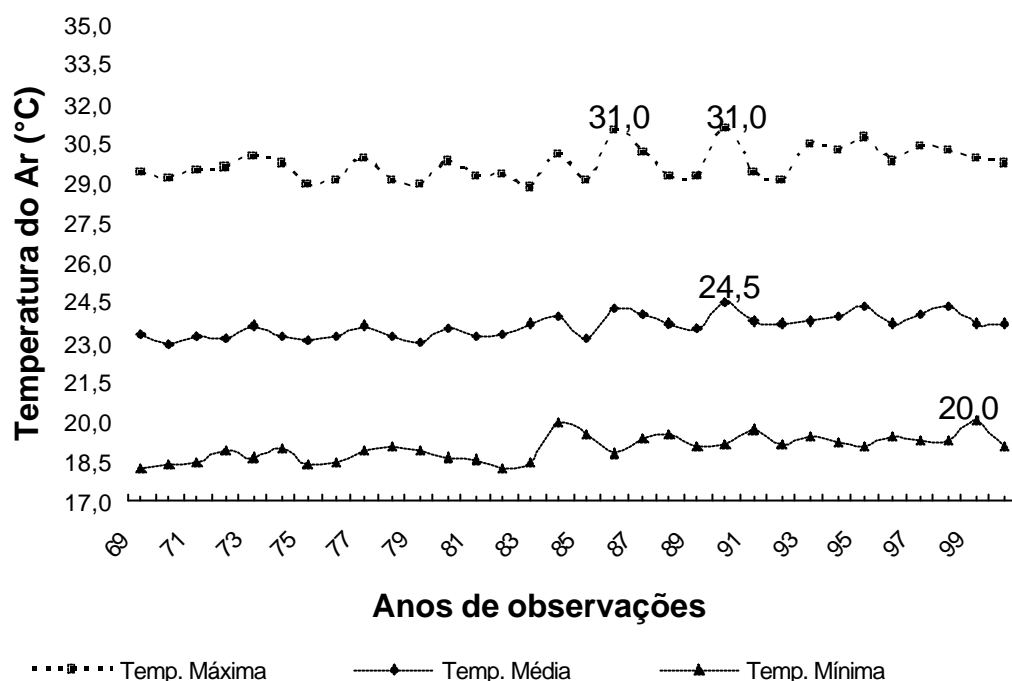


**Figura 3.** Armazenamento de água no solo para o município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, dados referentes à normal 1961/1990, INMET (2006).

### b) Temperatura do ar

Segundo Martorano et al. (2003), a temperatura média do ar apresentou tendência e sazonalidade altamente significativas. O ano de 1990 foi o que apresentou média mais elevada (24,6°C), estatisticamente superior às dos demais anos estudados. Fevereiro foi o mês de temperatura média mais alta (26,7°C), significativamente superior às dos outros meses. O ano de 1998 foi o de menor temperatura mínima média (20,0°C).

Quanto às temperaturas máxima e mínima, Martorano et al. (2003) observaram significâncias, tanto para tendência quanto para sazonalidade. Os anos de 1986 e 1990 foram os que apresentaram maiores temperaturas máximas, da ordem de 31,0°C (Figura 4).

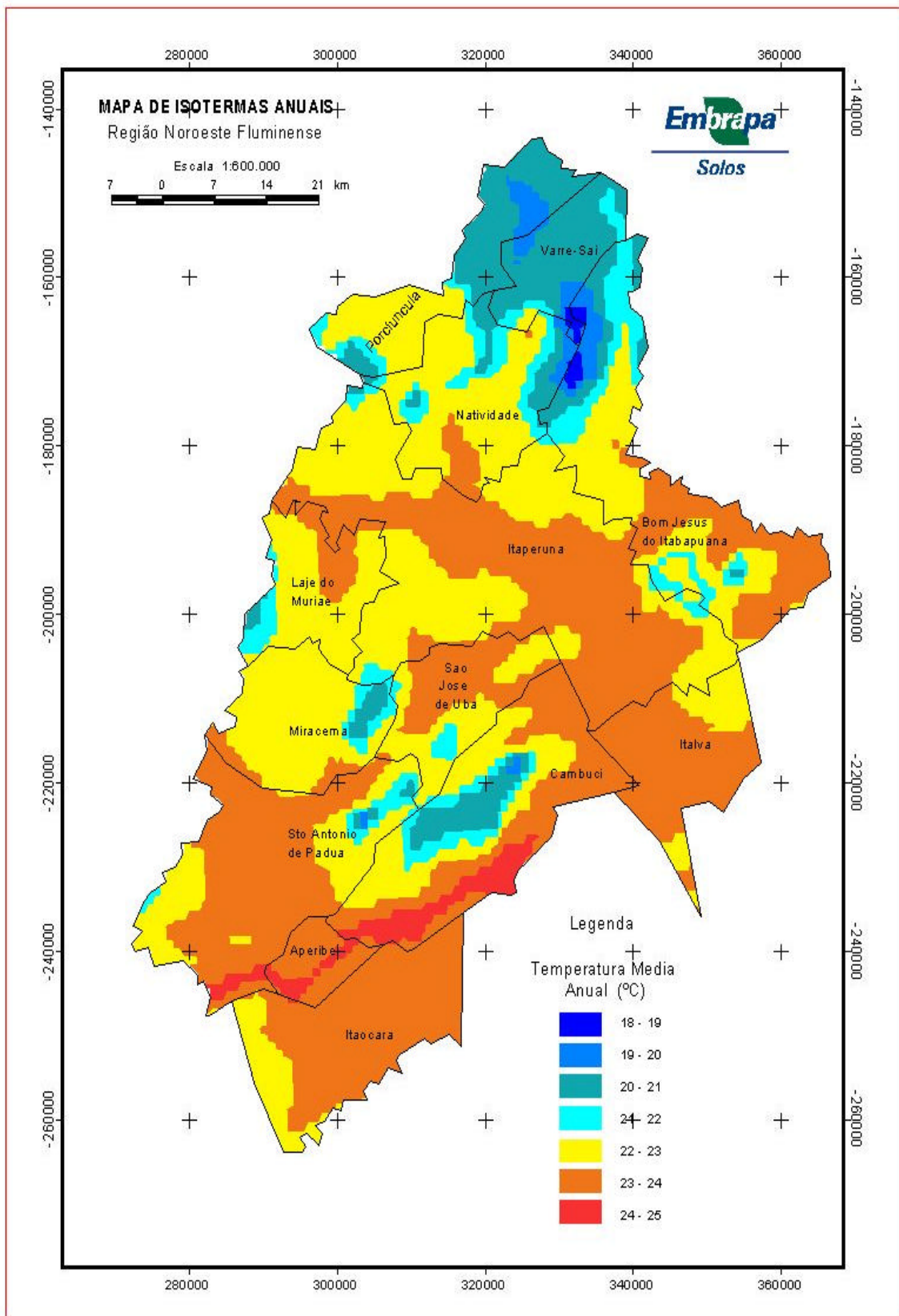


**Figura 4.** Temperaturas médias e extremas anuais em Itaperuna (1969-2000), segundo Martorano et al. (2003).

Quanto às médias das temperaturas máximas, de janeiro a março, ocorreram os maiores valores com 32,2; 33,1 e 32,1°C, respectivamente, enquanto as menores máximas aconteceram nos meses de junho (27,4°C), julho (27,1°C) e agosto (28,1°C). Os anos que apresentaram as maiores temperaturas máximas foram 1986 e 1990, ambos com 31,0°C

Com relação ao regime térmico da região, informa Martorano et al. (2003) que as isotermas com valores mais altos, entre 24°C e 25°C, aparecem em uma faixa que corta a parte Sul dos municípios de Cambuci, Aperibé e Santo Antônio de Pádua. Por outro lado, as isotermas de menores valores (18°C a 19°C) ocorrem nas áreas mais elevadas da região, mais precisamente na parte Norte do município de Porciúncula e grande parte de Varre-Sai. Já em Itaperuna, observam os autores que a porção mais central é regida por condições térmicas que variam de 23 a 24°C (Figura 5).





**Figura 5.** Isothermas médias anuais (1973-2000), segundo Martorano et al. (2003).

### **3. CAPITULO I**

## **EFEITO DO MANEJO NA FERTILIDADE DO SOLO EM PASTAGENS PLANTADAS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

### 3.1 RESUMO

O estudo da dinâmica dos nutrientes no solo é fundamental em áreas de relevo declivoso, visto que a manutenção da fertilidade do solo é o princípio básico para garantir a disponibilidade dos nutrientes essenciais ao crescimento vegetal, e neutralização de elementos tóxicos às plantas, conduzindo a sustentabilidade da produção animal e vegetal. O estudo foi realizado no período experimental de abril de 2002 a maio de 2006 e teve como objetivo geral estudar a dinâmica dos nutrientes no solo, em profundidade e com diferentes pastagens, em área de pastagem manejada, na fazenda Pau-Ferro, no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. A área do experimento foi localizada em solo Argissolo Vermelho – Amarelo, em relevo forte – ondulado. Ela foi dividida em 3 módulos ou piquetes, com 3 parcelas, de cerca de 2 ha cada. Em cada parcela foi implantada uma espécie forrageira, sendo que na primeira parcela foi implantada a Braquiária (*Brachiaria brizanta*), na segunda a espécie Tifton 85 (*Cynodon* spp.), e na terceira parcela foi cultivado a espécie Suázi (*Digitaria swazilandensis*). Em cada parcela foram realizadas 9 coletas no período, no período chuvoso e no período de seca em cada ano. As amostragens foram feitas em trincheiras, em número de 3 por parcela experimental, localizadas no terço superior, médio e inferior da encosta. A coleta de solo nas trincheiras foi realizada, em uma de suas paredes, com auxílio de monólitos metálicos, sendo obtidas amostras nas profundidades de 0-0,1m, 0,1-0,2m, 0,2-0,3m, 0,3-0,4m, 0,4-0,5m, 0,5-0,6m e 0,6-0,7m. Nas amostras de solo foram analisados os parâmetros de fertilidade do solo e outros atributos químicos. Para os dados deste capítulo foram feitas análises de variância e teste de diferenças entre médias (Scott-Knott,  $P > 0,05$ ), realizadas com auxílio do programa SAEG®. Os dados obtidos foram comparados por análise de componentes principais e correlação de Pearson. As adubações e o manejo das pastagens nas áreas dos tratamentos foram eficientes na manutenção da qualidade química do solo, podendo assim, reduzir o processo de degradação do solo. Também, os dados indicam eficiência do manejo rotacionado dos animais, tanto na distribuição dos nutrientes, como na manutenção dos níveis de fertilidade na área.

**Palavras-chave:** Fertilidade do Solo. Degradação. Sustentabilidade.

### 3.2 ABSTRACT

The study of nutrients dynamic in the soil is important in high sloped areas, since the maintenance of the soil fertility is the basic principle to guarantee the availability of essential nutrients to vegetal growth, and neutralization of toxic elements to plants, leading to the sustainability of animal production and vegetable growth. This study was carried through from April 2002 to May 2006, and had as objective to study the dynamics of the nutrients in the soil, according to depth and type of grass, in a pasture area located at Pau Ferro farm, in Itaperuna County, northwest region of Rio de Janeiro State. The experiment site was set in a Yellow – Red Ultisol, on a strong undulating slope. It was divided into 3 modules or plots, with 3 parcels, of about 2 ha each. In each parcel a grass species was introduced, being in the first parcel the Braquiária (*Brachiaria brizanta*), in the second Tifton 85 (*Cynodon* spp.), and in the third the Suázi (*Digitaria swazilandensis*). A total of 9 samplings were carried out in the period of study, in the rainy and in the dry seasons of each year. Soil samples were taken in soil pits, three for each plot, placed at the upper, medium and lower thirds of the slope. Samples were taken from one of the walls of each soil pit, using a metallic monolith, in the depths of 0-0.1m, 0.1-0.2m, 0.2-0.3m, 0.3-0.4m, 0.4-0.5m, 0.6-0.7m. Soil samples were analyzed for soil fertility and other chemical parameters. Data was tested for variance and differences between averages (Scott-Knott,  $P>0.05$ ), carried through with the software SAEG®. The results were compared by principal component analysis and Pearson correlation. The fertilization and the pasture management in the treatment parcels had been efficient in sustaining the soil chemical quality, thus being able, to reduce the process of soil degradation. Also, the data indicated efficiency of the management of the animals, in the distribution of nutrients and in maintaining the levels of soil fertility.

**Keywords:** Soil fertility. Soil degradation. Sustainability.

### 3.3. INTRODUÇÃO

O estudo da dinâmica dos nutrientes no solo é fundamental em áreas de relevo declivoso. A mobilidade e disponibilidade dos nutrientes está ligada as características físicas e químicas do solo e condições de manejo, sendo seu estudo importante para o desenvolvimento das pastagens e a manutenção das condições de produção agrícola (Malavolta et al., 2000; Tedesco & Bissani, 2004; Cantarutti et al., 2004).

A manutenção da fertilidade do solo é o princípio básico para garantir a disponibilidade dos nutrientes essenciais ao crescimento vegetal, e eliminação de elementos tóxicos às plantas (como o Al). De acordo com Boddey et al. (1993), uma pastagem sustentável deve manter a produção animal e vegetal ao longo dos anos e ser resistente às condições climáticas, e para tal há necessidade de garantir nutrição adequada a essas plantas. Em um sistema pastoril sustentável os nutrientes minerais no sistema devem ser conservados ou repostos. Ainda, se o sistema for conduzido para alta produtividade, os nutrientes devem estar em suas formas solúveis para serem assimilados rapidamente pelas plantas, e com isso garantir teores adequados, de acordo com as taxas de crescimento.

Áreas sob pastagem estão sujeitas a pequenas perdas de nutrientes (Boddey et al., 1996). Isso porém, esta condicionada a existência de um sistema radicular denso e permanente, que por sua vez pode ser modulado pelo manejo e pela espécie cultivada. Neste aspecto torna-se necessário conhecer o desenvolvimento das plantas em função da disponibilidade de nutrientes no solo e de sua dinâmica no contexto solo-planta-animal, principalmente, em áreas onde o manejo tem por objetivo a recuperação de áreas degradadas.

A dinâmica dos nutrientes nos solos, em função da sua natureza estrutural e química, influencia diretamente a absorção de nutrientes pelas plantas (Meurer, 2006). Práticas de manejo da fertilidade do solo, como a calagem, são fundamentais para o bom desempenho das culturas, e, podem alterar a dinâmica supra citada de forma a estabelecer um equilíbrio no sistema solo-planta-animal, ou ainda, melhorar estas relações visando a sustentabilidade.

Além da calagem, práticas de adubação adequadas (quantitativamente e qualitativamente) também são de extrema importância para se ter um bom desempenho das culturas. Especialmente no Brasil, onde a prática mais comum é a utilização de espécies com baixa exigência em fertilidade, como as gramíneas do gênero *Brachiaria*, que ocupam mais de 50 % da área de pastagens cultivadas do país (Alcântara et al., 1993).

O cultivo em áreas com baixa fertilidade pode ser determinante no baixo desempenho das espécies animais que utilizam estas áreas, limitando a produção e acelerando o processo de degradação (Macedo, 1993). Haja visto que estas espécies são eficientes no uso deste recursos e podem exaurir as reservas disponíveis no solo, incorrendo em um manejo inadequado, que contribui para o declínio gradual da produtividade.

O conhecimento da disponibilidade de nutrientes, em um sistema de manejo de áreas degradadas, é importante para se estabelecer limites e desenvolver conhecimentos específicos adaptados às condições dos produtores, aumentando assim a produção vegetal e melhorando a produtividade e preservando o meio ambiente.

Este estudo foi realizado no período experimental de abril de 2002 a maio de 2006 e teve como objetivo estudar a distribuição dos nutrientes no solo, em profundidade, em área de pastagem manejada, na fazenda Pau-Ferro, no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Também teve o objetivo de avaliar a influência da adubação e do manejo da área na melhoria das condições de produção das pastagens, através da manutenção dos nutrientes no solo.

## 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.4.1. Caracterização Inicial da Área de Estudo (tempo 0)

O experimento foi conduzido na fazenda Pau-Ferro, no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, na área experimental Upepade ? 5 (Unidade de Pesquisa Participativa e Demonstrativa para recuperação da pastagem), do projeto RADEMA (Sistemas pastoris sustentáveis utilizando práticas de plantio direto para recuperação de áreas degradadas em relevo declivoso do Bioma Mata Atlântica na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro). Este projeto foi uma parceria entre a UFRRJ, através do Departamento de Solos, a Pesagro-Rio e a Emater-Rio, coordenado pela Embrapa Solos.

A fazenda Pau Ferro dedica-se a engorda de gado para corte. Na época da introdução do experimento (2001) a pastagem era caracterizada exclusivamente pelo cultivo de Braquiária (*Brachiaria brizanta*), que não recebia adubação de forma adequada, sendo explorada de forma extensiva e sem o devido manejo da lotação animal.

Na fase inicial de implantação do projeto, em abril/2002, a área se encontrava com uma pastagem de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) em avançado estado de degradação. O solo foi classificado no Sistema Brasileiro de Classificação, como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, textura média/muito argilosa, A moderado, mesoeutrófico, caulínítico, mesoférico, ácido, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado, e a classificação anteriormente era a de Podzólico Vermelho-Amarelo Tb Eutrófico A moderado, textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado (anexo B).

As amostras de solo obtidas inicialmente na Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), apresentaram teores de nitrogênio (N) variando entre 0,5 a 1,8 g kg<sup>-1</sup>, estando às médias em torno de 1,05 g kg<sup>-1</sup>, com os maiores níveis na camada superficial. Para o carbono orgânico, os valores estiveram entre 7,02 e 17,3 g kg<sup>-1</sup> (média de 9 g kg<sup>-1</sup>), também maiores na camada superficial (0-10 cm). Entre as posições da encosta, o terço superior apresentou os maiores teores de c.org., possivelmente devido a maior intensidade dos processos erosivos das demais, principalmente no terço médio da encosta.

A acidez potencial (H+Al) apresentou comportamento semelhante ao do C.org. Quanto ao pH, os valores foram baixos, sendo o solo moderadamente ácido (5,4 - 6,5), não sendo observadas grandes variações entre seções da encosta ou profundidades. Os níveis de cálcio (Ca) foram classificados como médios, com pequenas variações em profundidade. Os maiores teores de Ca foram verificados no terço médio/inferior de encosta (TM). O magnésio (Mg) apresentou o mesmo comportamento do Ca, com níveis na classe baixo-média. De maneira geral, os teores de alumínio (Al) foram classificados como baixo ou muito baixo. Quanto ao fósforo (P), os teores foram baixos em todas as seções da encosta. Já para o potássio (K), os níveis foram muito baixos, com valores médios de 0,03 cmolc/kg<sup>-1</sup> e pequena variação em profundidade.

### 3.4.2. Parcelas Experimentais

A área onde se encontra o experimento está localizada na face com maior incidência dos raios solares (face soalheira) e encontra-se dividida em 3 módulos ou piquetes, com 3 parcelas de cerca de 2 ha cada, em um total de 6 ha no total da unidade experimental. A porção superior das unidades experimentais pode ser visualizada na Figura 6. Em cada parcela foi implantada uma espécie forrageira, sendo que na primeira parcela foi implantada a Braquiária (*Brachiaria brizanta*), na segunda a gramínea Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e na terceira parcela o capim Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (Figura 7).



**Figura 6.** Vista geral da área experimental localizada na fazenda Pau-Ferro, município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (Upepade N°5).

Nas parcelas foram realizadas 9 coletas a saber: a primeira em abril de 2002, seguida das coletas de julho de 2002, maio de 2003, novembro 2003, maio de 2004, agosto de 2004, maio de 2005 e agosto de 2005. A última coleta foi realizada em maio de 2006, conforme mostrado na Tabela 5. Os parâmetros foram avaliados nas estações de seca e chuva.

**Tabela 5.** Coletas, datas e manejo realizados na área experimental Upepade ? 5 fazenda Pau-Ferro, localizada no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Dados fornecidos pela Pesagro RJ.

Coleta	Efeito da época seca	Efeito da época chuvosa	Adubações e manejo
	Mês/Ano		
1		Abril/2002	200 kg/ha em cobertura da fórmula NPK (20-05-20).
2	Julho/2002		*
3		Maio/2003	200 kg/ha em cobertura da fórmula NPK (20-05-20). Entrada dos animais
4	Novembro/2003		Rotação e manejo dos animais.
5		Maio/2004	200 kg/ha em cobertura da fórmula NPK (20-05-20). Rotação e manejo dos animais
6	Agosto/2004		Rotação e manejo dos animais.
7		Maio/2005	200 kg/ha em cobertura da fórmula NPK (20-05-20). Rotação e manejo dos animais
8	Agosto/ 2005		Rotação e manejo dos animais..
9		Maio/2006	200 kg/ha em cobertura da fórmula NPK (20-05-20). Rotação e manejo dos animais

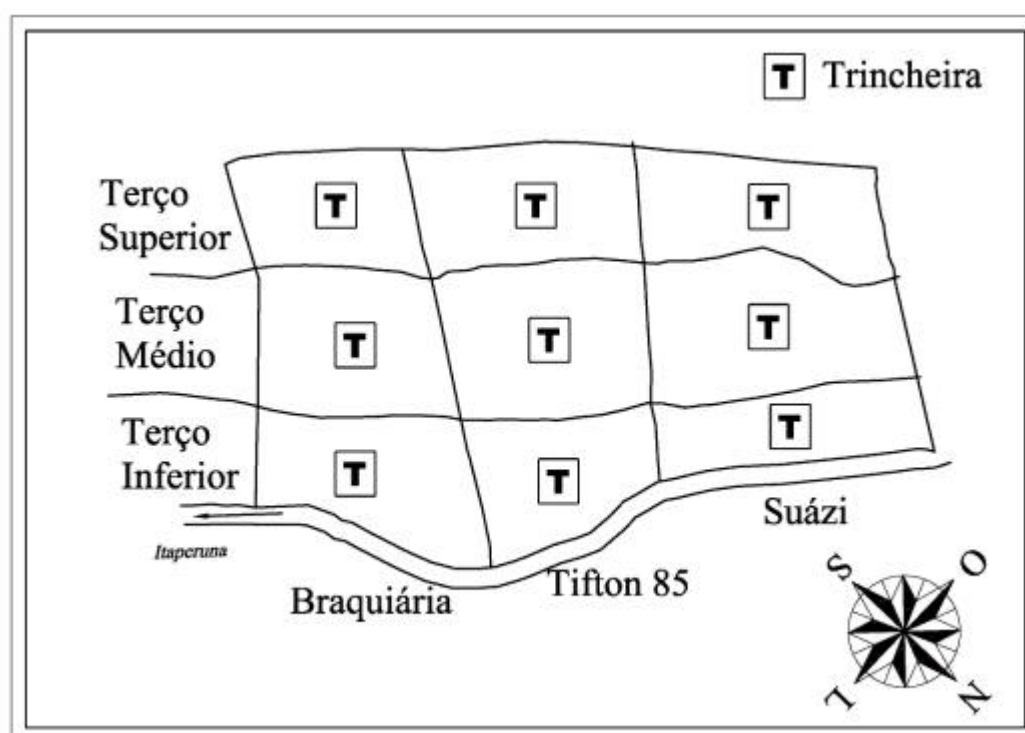
As coletas foram feitas através de amostragem em trincheiras, onde as mesmas foram feitas dentro de cada piquete, encerrando um total de 3 trincheiras por parcela e um total de 9 dentro da área experimental, sendo uma no terço superior outra no terço inferior e outra no terço médio da encosta dentro de cada parcela. Dentro das trincheiras são realizadas, em uma

de suas paredes, coletas de solo e raízes, com auxílio de monólitos metálicos, sendo obtidas amostras nas profundidades de 0-0,1m, 0,1-0,2m, 0,2-0,3m 0,3-0,4m 0,4-0,5m, 0,5-0,6m e 0,6-0,7m, com duas repetições (R1 e R2). Assim, tem-se um total de 14 amostras por trincheira, com 42 por parcela e o total nas três gramíneas em cada coleta é de 126 amostras.

As amostras para as análises químicas de terra, foram obtidas a partir da separação das raízes, com auxílio de peneira 2 mm, do solo contido em um monólito metálico de 1 dm<sup>3</sup>. Do material que passa na peneira, 100 g de terra eram então destinados à análise.

Cada monólito foi coletado em profundidade, a cada 10 cm, na seção de 0-0,7m em cada trincheira dos tratamentos (ver Figura 7). Desta forma, podem-se retirar amostras de solo, sem a perda de material radicular.

Este tipo de amostragem foi utilizado para possibilitar a correlação entre o desenvolvimento radicular e as características químicas estudadas, visto que a amostragem tradicional, que considera apenas os primeiros centímetros de solo, não seria suficiente para que se pudesse traçar com confiança comparações entre o crescimento radicular em profundidade e a dinâmica dos nutrientes.



**Figura 7.** Diagrama da área experimental na Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ. As áreas marcadas dentro dos piquetes representam as trincheiras (T). Coordenadas: 21°13'35" S e 41°54'43" W Gr.

As amostras de solo devidamente separadas das raízes, foram secas ao ar e a sombra até peso constante, destorroadas e peneiradas, obtendo-se a TFSA, donde foram processadas as análises químicas para a determinação de pH em água, Mg, Ca, Al, P, Na, K e carbono orgânico, de acordo com EMBRAPA (1997).

### 3.4.3. Manejo da Área e Épocas de Avaliação

Os piquetes foram manejados em sistema rotacionado, com períodos de 9 dias de pastejo e 19 dias de descanso. Os animais utilizados foram novilhos mestiços das raças Holandesa e Zebu, com peso médio inicial de 209 kg. Na fase de formação dos pastos foram



aplicados 80 kg de  $P_2O_5$  por hectare na forma de Superfosfato Simples, (Tabela 5). A adubação de manutenção foi inicialmente programada para ser dividida (início e final da época chuvosa), entretanto, por problemas operacionais, o fertilizante foi aplicado uma única vez no ano. No primeiro ano foi aplicado em fevereiro, nos anos seguintes, sempre entre abril e maio, logo após um período de chuva. Por falta de opções de compra na região, no primeiro ano (2001) o adubo utilizado foi à fórmula 25-05-20. Nos anos seguintes a fórmula utilizada foi 20-05-20 (dados fornecidos pela Pesagro-RJ). (Tabela 5).

O pastejo monitorado iniciou em 13/01/2003, e a carga animal nos piquetes foi de 3,25; 2,69 e 3,63 an/ha para as gramíneas Braquiária, Suázi e Tifton 85, respectivamente (dados informados pela equipe da Pesagro-Rio em dezembro de 2005).

Para avaliar o solo e as pastagens, após a entrada dos animais, foram feitas duas medições em cada ano. A primeira um mês após o maior índice de chuvas (período chuvoso) e outra em um mês após período de menor precipitação (período de seca), procurando se fazer coletas após o final de cada temporada para que se pudesse ter como resultado o efeito de cada estação. Sendo assim, para se obter os efeitos dos meses com maior precipitação, foram utilizadas as coletas dos meses de abril (apenas uma coleta) e maio. Para se observar os efeitos dos meses com menor precipitação, foram utilizados as coletas dos meses de novembro, julho (apenas uma coleta cada) e agosto. Desta forma, foi possível observar a resposta da área e das espécies a maior ou menor intensidade pluviométrica (Sazonalidade).

Este modelo foi utilizado para se avaliar a variação em função da sazonalidade no crescimento vegetal (parte aérea + massa seca radicular) e para a variação em função da sazonalidade para os atributos químicos do solo, precedidas de uma coleta feita por ocasião da implantação das pastagens (tempo zero; abril/2001).

#### **3.4.4. Análises Estatísticas**

O experimento foi composto por um fatorial complexo e incompleto; sendo necessário hierarquizar os fatores, para a melhor compreensão do comportamento dos parâmetros avaliados. A partir da hierarquização, foram aplicados modelos distintos, em função do tipo de dado obtido, desde análise de variância até modelos multivariados.

Para este capítulo foram feitas análises de variância e teste de diferenças entre médias (Scott-Knott,  $P > 0,05$ ), com o programa SAEG®. Os dados também foram comparados por análise de componentes principais (PCA). A análise de componentes principais (PCA) foi feita utilizando-se o programa Xl Stat®, visando principalmente, o agrupamento destes parâmetros de fertilidade. Também foram utilizadas técnicas de estatística para análises de correlação de Pearson dos parâmetros de fertilidade pelo programa Excel® (Microsoft®).

O objetivo da análise de componentes principais é transformar um conjunto de 'p' variáveis  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ , com estrutura de interdependência complicada, em um outro conjunto de 'p' variáveis  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p$  não correlacionadas e, com variâncias ordenadas para que seja possível comparar os indivíduos usando apenas as variáveis  $Y_i$  que apresentam maior variância. Procura-se redistribuir a variação observada nos eixos originais de forma a se obter um conjunto de eixos ortogonais não correlacionados. Esta técnica também pode ser utilizada para o agrupamento de indivíduos similares, mediante exame visual em gráficos de dispersão no espaço bi ou tridimensional. A análise agrupa os indivíduos de acordo com sua variação, isto é, os indivíduos são agrupados segundo suas variâncias, ou seja, segundo seu comportamento dentro da população, representado pela variação do conjunto de características que define o indivíduo (Fontana, 2006).

Os valores de alumínio (Al) oscilaram em torno de 0,0 e 1,0  $\text{cmolc dm}^{-3}$ . Estes valores estavam acima dos encontrados na fase inicial do projeto, que giravam em torno de 0,0-0,1  $\text{cmolc dm}^{-3}$ , níveis baixos de acordo com Almeida et al. (1988) (Tabela 7).

Entretanto, mesmo para alguns pontos com teores de Al de 1  $\text{cmolc dm}^{-3}$ , os dados demonstraram que, ao longo das coletas no tempo, os valores de alumínio foram se tornando menores. Ao final do período experimental estes voltaram a apresentar níveis baixos de concentração, chegando a 0,0  $\text{cmolc dm}^{-3}$  para todas as profundidades, em todos os tratamentos (0-0,7m nas duas últimas coletas, em agosto de 2005 e maio de 2006; Tabela 7).

Quanto à variação na concentração de alumínio em profundidade e entre as coletas, os dados mostraram que estes tenderam a aumentar na medida em que se aumenta a profundidade, sendo esta uma característica comum observada entre as áreas dos tratamentos ao longo das coletas (abril de 2002 a maio de 2006).

Entre as áreas dos tratamentos, a variação na concentração de Al no solo é significativamente igual ( $P>0,05$ ) para a maior parte das áreas dos tratamentos, sendo que, em novembro de 2003 ocorreu à única diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as áreas, onde a área do tratamento Suázi foi a que apresentou as menores concentrações de Al no solo, diferindo significativamente das demais (Tabela 7).

### **3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.5.1. pH, Alumínio (Al) e Acidez Potencial (H+Al)**

A oscilação dos valores de pH nos tratamentos não foi significativa em profundidade (Tabela 6). Sendo esta uma característica marcante em todos os tratamentos. No entanto para a variação de pH na área experimental no início do estudo, os dados mostram diferenças significativas entre as profundidades e entre os tratamentos em função de algumas épocas de coleta (abril de 2002 e maio de 2003), conforme mostra a tabela (6).

As áreas dos tratamentos que apresentaram maior homogeneidade na oscilação dos valores de pH entre os tratamentos foram às áreas do Tifton 85 e do Suazi, enquanto que na área de Braquiária a oscilação nos valores de pH foi maior ao longo das coletas, principalmente nos meses com maior precipitação.

Os valores de pH tiveram variação entre 4,5 a 5,9 para a área do tratamento Braquiária entre as profundidades ao longo das coletas. Para as áreas dos tratamentos Tifton 85 e Suázi os valores na escala de pH observados em função da profundidade foram respectivamente 5,1 a 6,3 e 5,3 a 6,0 (Tabela 6). Os tratamentos mostraram variação de pH próxima aos valores encontrados na área na fase inicial do projeto. A área de Braquiária foi a que teve os menores valores de pH, em relação aos encontrados na fase inicial, enquanto que as áreas de Tifton 85 e Suázi são as que tiveram valores mais próximos aos encontrados na fase inicial do estudo. A área que apresentou menor amplitude na variação do pH foi a de Suázi, com uma variação de apenas 0,7 nos valores de pH, enquanto as áreas de Braquiária e Tifton 85 tiveram, respectivamente, variação de 1,4 e 1,2 neste parâmetro (Tabela 6).

No entanto, para a maior parte das coletas, não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ), tanto entre as áreas dos tratamentos, como para a maior parte das profundidades estudadas.

Na coleta em novembro de 2003, ocorrerem as maiores oscilações nas concentrações de Al no solo. As variações em profundidade foram de 0,2 a 1,0  $\text{cmolc dm}^{-3}$  para Braquiária, 0,2 a 0,8  $\text{cmolc dm}^{-3}$  para o tratamento Tifton 85 e de 0,1 a 0,3  $\text{cmolc dm}^{-3}$  para a área do tratamento Suázi, sendo este último o que apresentou a menor oscilação (Tabela 7).

**Tabela 6.** Médias dos valores de pH na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	5,5 a	5,2 a	5,7 a
0,10-0,20	---	---	---	5,6 a	5,2 a	5,7 a
0,20-0,30	---	---	---	5,2 b	5,1 b	5,7 a
0,30-0,40	---	---	---	5,3 b	5,1 b	5,7 a
0,40-0,50	---	---	---	5,1 b	5,2 b	5,6 a
0,50-0,60	---	---	---	5,1 b	5,1 b	5,7 a
0,60-0,70	---	---	---	5,5 a <sup>#</sup>	5,2 b	5,7 a
				Maio/2003		
Prof. (m)						
0,00-0,10	---	---	---	5,3 b	5,9 a	6,0 a
0,10-0,20	---	---	---	5,2 b	5,9 a	6,0 a
0,20-0,30	---	---	---	5,3 b	5,9 a	6,0 a
0,30-0,40	---	---	---	5,3 b	5,7 a	5,9 a
0,40-0,50	---	---	---	5,2 b	5,4 b	5,9 a
0,50-0,60	---	---	---	5,1 b	5,3 b	5,8 a
0,60-0,70	---	---	---	5,5 a	5,7a	5,8 a
				Nov/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,4 a	5,8 a	5,5 a	5,7 a	5,5 a	5,4 a
0,10-0,20	5,3 a	5,7 a	5,5 a	5,7 a	5,7 a	5,4 a
0,20-0,30	5,2 a	5,6 a	5,4 a	5,5 a	5,5 a	5,5 a
0,30-0,40	5,0 a	5,6 a	5,4 a	5,5 a	5,6 a	5,6 a
0,40-0,50	5,1 a	5,6 a	5,4 a	5,4 a	5,5 a	5,7 a
0,50-0,60	4,5 b	5,6 a	5,5 a	5,4 a	5,6 a	5,7 a
0,60-0,70	5,7 a	5,6 a	5,4 a	5,4 a	5,2 a	5,4 a
				Maio/2004		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,7 a	5,8 a	5,5 a	5,7 a	5,7 a	5,6 a
0,10-0,20	5,6 a	5,7 a	5,5 a	5,5 a	5,6 a	5,6 a
0,20-0,30	5,9 a	5,5 a	5,5 a	5,4 a	5,4 a	5,3 a
0,30-0,40	5,8 a	5,6 a	5,5 a	5,3 a	5,5 a	5,4 a
0,40-0,50	5,7 a	5,5 a	5,5 a	5,2 a	5,4 a	5,3 a
0,50-0,60	5,8 a	5,4 b	5,4 b	5,2 a	5,3 a	5,4 a
0,60-0,70	5,6 a	5,6 a	5,7 a	5,6 a	5,6 a	5,7 a
				Ágos/2004		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,7 a	5,8 a	5,5 a	5,7 a	5,7 a	5,6 a
0,10-0,20	5,6 a	5,7 a	5,5 a	5,5 a	5,6 a	5,6 a
0,20-0,30	5,9 a	5,5 a	5,5 a	5,4 a	5,4 a	5,3 a
0,30-0,40	5,8 a	5,6 a	5,5 a	5,3 a	5,5 a	5,4 a
0,40-0,50	5,7 a	5,5 a	5,5 a	5,2 a	5,4 a	5,3 a
0,50-0,60	5,8 a	5,4 b	5,4 b	5,2 a	5,3 a	5,4 a
0,60-0,70	5,6 a	5,6 a	5,7 a	5,6 a	5,6 a	5,7 a
				Ágos/2005		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,5 a	5,4 a	5,7 a	5,9 a	5,8 a	5,7 a
0,10-0,20	5,4 a	5,6 a	5,6 a	5,7 a	6,0 a	5,9a
0,20-0,30	5,3 a	5,4 a	5,4 a	5,8 a	6,1 a	6,0 a
0,30-0,40	5,3 a	5,4 a	5,3 a	5,5 b	6,3 a	6,0 a
0,40-0,50	5,3 a	5,4 a	5,4 a	5,5 b	6,1 a	5,8 a
0,50-0,60	5,4 a	5,3 a	5,3a	5,6 a	6,0 a	6,0 a
0,60-0,70	5,4 a	5,3 a	5,6 a	5,9 a	5,7 a	5,7 a
				Maio/06		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,5 a	5,4 a	5,7 a	5,9 a	5,8 a	5,7 a
0,10-0,20	5,4 a	5,6 a	5,6 a	5,7 a	6,0 a	5,9a
0,20-0,30	5,3 a	5,4 a	5,4 a	5,8 a	6,1 a	6,0 a
0,30-0,40	5,3 a	5,4 a	5,3 a	5,5 b	6,3 a	6,0 a
0,40-0,50	5,3 a	5,4 a	5,4 a	5,5 b	6,1 a	5,8 a
0,50-0,60	5,4 a	5,3 a	5,3a	5,6 a	6,0 a	6,0 a
0,60-0,70	5,4 a	5,3 a	5,6 a	5,9 a	5,7 a	5,7 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).

**Tabela 7.** Médias dos valores de alumínio (Al) em  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Profundidade (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	0,1 a*	0,2 a	0,1 a
0,10-0,20	---	---	---	0,3 a	0,3 a	0,0 b
0,20-0,30	---	---	---	0,3 a	0,3 a	0,1 a
0,30-0,40	---	---	---	0,4 a	0,3 a	0,1 a
0,40-0,50	---	---	---	0,4 a	0,3 a	0,1 a
0,50-0,60	---	---	---	0,4 a	0,4 a	0,1 a
0,60-0,70	---	---	---	0,5 a	0,4 a	0,1 a
				Maio/2003		
Profundidade (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	0,2 a	0,2 a	0,1 a
0,10-0,20	---	---	---	0,5 a	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>
0,20-0,30	---	---	---	0,5 a	0,0 <b>b</b>	0,1 <b>b</b>
0,30-0,40	---	---	---	0,6 a	0,1 <b>b</b>	0,1 <b>b</b>
0,40-0,50	---	---	---	0,7 a	0,2 <b>b</b>	0,1 <b>b</b>
0,50-0,60	---	---	---	0,9 a	0,5 a	0,1 <b>b</b>
0,60-0,70	---	---	---	1,0 a	0,8 a	0,3 <b>b</b>
				Nov/2003		
Profundidade (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,0 <b>b</b>	0,2 a	0,1 a	0,0 a	0,0 a	0,1 a
0,10-0,20	0,2 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,0 a	0,1 a
0,20-0,30	0,3 a	0,2 a	0,1 a	0,1 a	0,0 a	0,1 a
0,30-0,40	0,4 a	0,1 a	0,2 a	0,2 a	0,0 a	0,1 a
0,40-0,50	0,4 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a	0,0 a	0,2 a
0,50-0,60	0,5 a	0,2 a	0,3 a	0,2 a	0,0 a	0,2 a
0,60-0,70	0,5 a	0,2 a	0,3 a	0,2 a	0,1 a	0,2 a
				Agos/2004		
Profundidade (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 <b>b</b>	0,1 a	0,0 b
0,10-0,20	0,1 a	0,0 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,0 a
0,20-0,30	0,1 a	0,0 a	0,1 a	0,2 a	0,0 a	0,1 a
0,30-0,40	0,2 a	0,0 a	0,1 a	0,3 a	0,1 a	0,2 a
0,40-0,50	0,2 a	0,0 a	0,2 a	0,3 a	0,1 a	0,2 a
0,50-0,60	0,2 a	0,1 a	0,2 a	0,4 a	0,1 a	0,2 a
0,60-0,70	0,2 a	0,1 a	0,2 a	0,3 a	0,1 a	0,2 a
				Agos/2005		
Profundidade (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,10-0,20	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,20-0,30	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,30-0,40	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,40-0,50	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,50-0,60	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,60-0,70	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
				Maio/06		
Profundidade (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,10-0,20	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,20-0,30	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,30-0,40	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,40-0,50	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,50-0,60	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
0,60-0,70	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).

A variação da acidez potencial (H+Al) apresenta valores variando entre 0,3 a 13,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  entre todas as áreas dos tratamentos e ao longo das coletas no período de abril de 2002 a maio de 2006 (Tabela 8). Também ocorreu variação na acidez potencial (H+Al) à medida que se aumentava a profundidade. Entre as coletas, se observa uma variação proporcional entre as áreas dos tratamentos, sendo que tanto no período em que ocorre a maior incidência de chuvas, quanto no período em que ocorre menor precipitação, os valores mantiveram-se abaixo de 6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  para a maior parte das coletas.

No entanto os dados mostram que para a coleta realizada no período de maio de 2003 ocorre um aumento na acidez potencial (H+Al), onde em todas as áreas observam-se valores maiores que 6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 8), acima dos observados para a maior parte das áreas ao longo das coletas. A maior variação na acidez potencial (H+Al) ocorreu na área do tratamento Braquiária, que apresentou valores oscilando de 0,2 a 13,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . As variações nas áreas dos tratamentos Tifton 85 e Suázi são menores que a área do tratamento Braquiária ao longo das coletas, com valores em geral não ultrapassando os 6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 8).

É possível observar que não ocorrem muitas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ), nos dados de acidez potencial (H+Al). Entre todas as observações os únicos pontos de coleta que demonstraram diferenças significativas entre as áreas, foram nas coletas em maio e novembro de 2003. Nestes, a área do tratamento Braquiária apresentou valores mais elevados de acidez potencial (H+Al) que os encontrados nas áreas dos tratamentos Tifton 85 e Suázi, tendo seus valores de acidez potencial (H+Al) diferido significativamente ( $P > 0,05$ ) na maior parte das profundidades estudadas (Tabela 8).

**Tabela 8.** Médias dos valores de acidez potencial (H + Al) em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	2,8 <b>b</b>	4,2 a	3,0 <b>b</b>
0,10-0,20	---	---	---	2,6 <b>b</b>	3,7 a	2,8 <b>b</b>
0,20-0,30	---	---	---	2,4 a	3,2 a	2,8 a
0,30-0,40	---	---	---	2,4 a	3,4 a	2,7 a
0,40-0,50	---	---	---	2,6 <b>b</b>	3,6 a	2,6 b
0,50-0,60	---	---	---	3,2 a	3,2 a	2,4 a
0,60-0,70	---	---	---	5,4 a	3,3 <b>b</b>	2,3 <b>c</b>
Maio/2003						
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	10,5 a	5,9 <b>b</b>	4,8 <b>b</b>
0,10-0,20	---	---	---	10,5 a	4,7 <b>b</b>	5,0 <b>b</b>
0,20-0,30	---	---	---	11,5 a	4,7 <b>b</b>	4,8 <b>b</b>
0,30-0,40	---	---	---	11,7 a	5,2 <b>b</b>	4,5 <b>b</b>
0,40-0,50	---	---	---	12,9 a	6,4 <b>b</b>	5,1 <b>b</b>
0,50-0,60	---	---	---	13,1 a	7,2 <b>b</b>	5,3 <b>b</b>
0,60-0,70	---	---	---	13,2 a	8,1 <b>b</b>	6,0 <b>b</b>
Nov/2003			Maio/2004			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	4,5 a	3,4 <b>b</b>	3,7 <b>b</b>	3,0 a	2,8 a	3,2 a
0,10-0,20	3,7 a	2,7 <b>b</b>	3,0 <b>b</b>	2,6 <b>b</b>	2,3 <b>b</b>	3,1 a
0,20-0,30	3,5 a	2,4 <b>b</b>	2,9 <b>b</b>	2,5 a	2,1 a	2,9 a
0,30-0,40	3,3 a	2,5 a	2,5 a	2,5 a	1,9 a	2,6 a
0,40-0,50	3,9 a	3,0 a	2,6 a	2,8 a	2,0 a	3,1 a
0,50-0,60	3,3 a	2,9 a	2,6 a	2,9 a	2,0 a	2,7 a
0,60-0,70	3,4 a	3,3 a	2,7 a	2,7 a	2,0 a	2,5 a
Agos/2004			Maio/2005			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,4 a	2,6 a	3,6 a	2,8 a	2,6 a	3,4 a
0,10-0,20	2,3 a	2,2 a	3,2 a	2,6 a	2,2 a	3,0 a
0,20-0,30	2,0 a	2,0 a	3,0 a	2,6 a	2,1 <b>b</b>	3,0 a
0,30-0,40	2,1 a	2,0 a	2,7 a	2,7 a	2,1 a	2,7 a
0,40-0,50	2,1 a	2,0 a	2,9 a	2,7 a	2,2 a	3,4 a
0,50-0,60	2,1 a	2,0 a	2,6 a	2,9 a	2,1 a	3,0 a
0,60-0,70	2,4 a	2,2 a	2,7 a	2,9 a	2,3 a	2,9 a
Agos/2005			Maio/06			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,4 a	1,0 a	0,4 a	0,3 a	0,9 a	0,3 a
0,10-0,20	0,2 <b>b</b>	0,4 a	0,4 a	0,2 b	0,4 a	0,4 a
0,20-0,30	0,2 a	0,4 a	0,3 a	0,2 a	0,3 a	0,2 a
0,30-0,40	0,2 a	0,3 a	0,3 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a
0,40-0,50	0,3 a	0,3 a	0,8 a	0,2 a	0,2 a	0,8 a
0,50-0,60	0,2 a	0,3 a	0,4 a	0,2 a	0,3 a	0,3 a
0,60-0,70	0,2 a	0,4 a	0,4 a	0,2 a	0,3 a	0,4 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

No entanto, de cálcio mais magnésio (Ca+Mg) de abril de 2002, maio de 2003 e maio de 2006 maior diferença estatisticamente entre os tratamentos, tendo os tratamentos Braquiária e Tifton 85 atingindo valores (Tabela 1) estatisticamente superiores (P<0,05) de Ca+Mg do tratamento Suázi em profundidade nos períodos de coleta. Os teores de Ca+Mg tendem a variar pouco à medida que se aumenta a profundidade, sendo que em profundidade a amplitude da variação é de 2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, geralmente não ultrapassando este valor (Tabela 11). As maiores variações nos teores de Ca+Mg, são observadas nas coletas em novembro de 2003, para o período de menor precipitação, e em maio de 2003 e maio de 2006. Os teores de cálcio mais magnésio (Ca+Mg) não desceram de 2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e não atingiram valores superiores a 5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Tabela 11).

### 3.5.2. Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)

A variação do cálcio (Ca) na área experimental foi entre 0,2 e 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, para as áreas dos tratamentos entre todas as coletas. Esses valores oscilaram em relação ao que foi inicialmente encontrado na área experimental (0,6 a 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), e que foi classificada com níveis na classe baixo-média (Tabela 9).

Os valores de cálcio (Ca) tenderam a diminuir nas áreas dos tratamentos ao longo do período experimental. O que foi notado em profundidade e entre as avaliações, com os valores mais elevados nas primeiras coletas e os menores nas últimas (Tabela 9). Entre as áreas dos tratamentos, as maiores diferenças significativas (P>0,05) em profundidade, ocorreram na Braquiária e Tifton 85. Estas áreas tiveram valores de cálcio menores que os encontrados na área do tratamento Suázi, que teve valores maiores, na maioria das profundidades estudadas, na coleta em abril de 2002, e na profundidade de 0,0 0,30 m em maio de 2003 (Tabela 9).

Apesar das diferenças entre as áreas dos tratamentos na fase inicial de estudos (coletas de abril de 2002 e de maio de 2003), os dados demonstraram que na maior parte das coletas, os níveis de cálcio (Ca) nas áreas tenderam a ser semelhantes estatisticamente (P>0,05), não diferindo em profundidade para a maior parte das observações feitas (Tabela 9).

Os teores de (Mg) variaram entre 0,20 e 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, em todas as coletas. Sendo os valores inicialmente encontrados na área experimental entre 0,9 e 1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, os quais são classificados como baixo-médios (Almeida et al., 1988) (Tabela 10). Entre as coletas ocorreu uma oscilação nos níveis de Mg para todas as áreas, com períodos de maiores e menores níveis em função da época de coleta. Nos períodos de menor precipitação, os níveis de Mg no solo tenderam a ser maiores em superfície. Nos períodos de maior precipitação houve uma tendência à oscilação dos valores em função da profundidade, tendo os mesmos se apresentando aumentados e às vezes diminuídos em profundidade.

Para o período de menor precipitação, os maiores teores de magnésio no solo ocorreram nas coletas de novembro de 2003 e agosto de 2004. Para as coletas no período de maior precipitação, foram encontrados os maiores teores de Mg no solo nas coletas em maio de 2004 a maio de 2006 (Tabela 10). Na maioria das coletas os teores de magnésio (Mg) no solo das áreas dos tratamentos têm os seus valores abaixo de 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Tabela 10).

Durante o período experimental não houve grandes diferenças entre as áreas dos tratamentos, em função da época de coleta e das profundidades estudadas (P>0,05). Apenas na coleta de agosto de 2004 ocorreram diferenças significativas entre as áreas dos tratamentos até 0,30m, sendo a área do tratamento Tifton 85 a que apresentou valores de Mg no solo estatisticamente superiores aos das áreas de Braquiária e Suázi (Tabela 10).

Quanto à variação entre as áreas dos tratamentos, não há diferenças significativas (P>0,05) na maior parte das coletas, tendo os níveis de Ca+Mg permanecido estatisticamente iguais, na maioria das avaliações em profundidade, ao longo dos anos de estudo (Tabela 11).

**Tabela 9.** Médias dos valores do cálcio (Ca) em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas no período de abril de 2002 até maio

de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

<b>Época Seca</b>				<b>Época Chuvosa</b>		
				<b>Abril/2002</b>		
Prof. (m)				<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	---	---	---	1,8 <b>b</b> <sup>#</sup>	1,6 <b>b</b>	2,1 a
0,10-0,20	---	---	---	1,4 <b>b</b>	1,5 <b>b</b>	2,1 a
0,20-0,30	---	---	---	1,4 <b>b</b>	1,2 <b>b</b>	2,0 a
0,30-0,40	---	---	---	1,2 <b>b</b>	1,3 <b>b</b>	1,9 a
0,40-0,50	---	---	---	1,1 <b>b</b>	1,4 <b>b</b>	1,9 a
0,50-0,60	---	---	---	1,0 a	1,3 a	1,8 a
0,60-0,70	---	---	---	0,9 <b>b</b>	1,2 a	1,5 a
<b>Maio/2003</b>						
Prof. (m)				<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	---	---	---	2,1 <b>b</b>	2,2 <b>b</b>	3,0 a
0,10-0,20	---	---	---	1,9 <b>b</b>	2,1 <b>b</b>	2,9 a
0,20-0,30	---	---	---	1,6 <b>b</b>	2,5 a	2,2 a
0,30-0,40	---	---	---	1,9 a	1,8 a	2,0 a
0,40-0,50	---	---	---	1,5 a	1,7 a	2,3 a
0,50-0,60	---	---	---	1,5 a	1,6 a	2,0 a
0,60-0,70	---	---	---	1,2 a	1,4 a	1,7 a
<b>Nov/2003</b>				<b>Maio/2004</b>		
Prof. (m)	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	2,4 a	2,2 a	2,2 a	1,5 a	1,5 a	1,3 a
0,10-0,20	2,3 a	2,2 a	2,2 a	1,1 a	1,3 a	1,1 a
0,20-0,30	1,8 a	1,6 a	1,8 a	1,1 a	1,1 a	1,2 a
0,30-0,40	2,0 a	1,8 a	1,7 a	1,0 a	1,2 a	1,1 a
0,40-0,50	1,8 a	1,8 a	1,6 a	1,1 a	1,2 a	1,4 a
0,50-0,60	1,6 a	1,8 a	1,6 a	0,9 a	1,1 a	1,2 a
0,60-0,70	0,7 a	1,7 a	1,6 a	0,9 a	1,1 a	1,0 a
<b>Agos/2004</b>				<b>Maio/2005</b>		
Prof. (m)	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	1,1 a	1,2 a	1,3 a	1,1 a	1,1 a	1,3 a
0,10-0,20	1,0 a	1,1 a	1,4 a	0,8 a	1,3 a	1,0 a
0,20-0,30	0,9 a	0,8 a	1,0 a	0,7 a	0,9 a	0,8 a
0,30-0,40	0,9 a	0,9 a	1,0 a	0,6 a	0,9 a	0,7 a
0,40-0,50	1,0 a	0,8 a	0,9 a	0,7 a	0,8 a	0,7 a
0,50-0,60	0,9 a	0,7 a	1,0 a	0,7 a	0,7 a	0,9 a
0,60-0,70	0,9 a	0,7 a	0,9 a	0,7 a	0,7 a	0,7 a
<b>Agos/2005</b>				<b>Maio/06</b>		
Prof. (m)	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	1,2 b	2,1 a	1,7 a	0,5 a	0,6 a	0,8 a
0,10-0,20	1,0 b	1,5 a	1,7 a	1,0 a	0,8 a	0,8 a
0,20-0,30	1,0 a	1,6 a	1,2 a	0,7 a	0,6 a	0,6 a
0,30-0,40	1,1 a	1,5 a	1,1 a	0,5 a	0,4 a	0,5 a
0,40-0,50	1,2 a	1,2 a	1,1 a	0,2 <b>b</b>	0,1 <b>b</b>	0,6 a
0,50-0,60	0,9 a	1,2 a	1,1 a	0,7 a	0,9 a	0,6 a
0,60-0,70	0,7 a	1,7 a	0,9 a	0,2 <b>b</b>	0,2 <b>b</b>	0,9 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).



**Tabela 10.** Médias dos valores do magnésio (Mg) em  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	1,1 a <sup>#</sup>	1,3 a	1,3 a
0,10-0,20	---	---	---	0,9 a	1,0 a	1,2 a
0,20-0,30	---	---	---	0,8 <b>b</b>	0,8 <b>b</b>	1,4 a
0,30-0,40	---	---	---	0,9 a	0,6 a	0,9 a
0,40-0,50	---	---	---	0,7 a	0,6 a	0,9 a
0,50-0,60	---	---	---	0,9 a	0,7 a	1,0 a
0,60-0,70	---	---	---	0,8 a	0,8 a	1,1 a
Maio/2003						
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	1,0 a	1,1 a	1,4 a
0,10-0,20	---	---	---	0,8 a	0,7 a	1,1 a
0,20-0,30	---	---	---	0,8 a	1,0 a	0,5 <b>b</b>
0,30-0,40	---	---	---	0,5 <b>b</b>	1,3 a	1,3 a
0,40-0,50	---	---	---	1,2 a	0,9 a	0,6 <b>b</b>
0,50-0,60	---	---	---	0,5 <b>b</b>	0,8 <b>b</b>	1,4 a
0,60-0,70	---	---	---	0,8 a	0,5 a	1,3 a
Nov/2003			Maio/2004			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,4 a	2,2 a	1,5 <b>b</b>	0,9 a	1,0 a	1,1 a
0,10-0,20	1,0 a	1,8 a	1,5 a	0,8 a	0,8 a	0,9 a
0,20-0,30	1,2 a	1,2 a	1,3 a	0,8 a	0,9 a	0,6 a
0,30-0,40	0,8 <b>b</b>	1,5 a	1,5 a	0,8 a	0,6 a	0,7 a
0,40-0,50	1,0 a	1,2 a	0,9 a	0,6 a	0,7 a	0,5 a
0,50-0,60	0,9 a	0,9 a	0,8 a	0,8 a	0,7 a	0,6 a
0,60-0,70	1,0 a	1,1 a	0,7 <b>b</b>	0,8 a	0,6 a	0,7 a
Agos/2004			Maio/2005			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	1,4 <b>b</b>	2,1 a	1,4 <b>b</b>	2,1 a	1,6 a	1,9 a
0,10-0,20	1,1 <b>b</b>	1,9 a	1,3 <b>b</b>	1,3 a	1,4 a	1,5 a
0,20-0,30	0,9 <b>b</b>	1,8 a	1,1 <b>b</b>	1,2 a	1,6 a	1,3 a
0,30-0,40	0,7 a	1,2 a	1,0 a	1,0 <b>b</b>	1,3 a	0,9 <b>b</b>
0,40-0,50	0,8 a	1,1 a	0,9 a	1,0 a	1,2 a	1,0 a
0,50-0,60	1,0 a	1,1 a	0,7 a	0,9 a	1,3 a	0,8 a
0,60-0,70	1,1 a	1,0 a	0,8 a	0,8 a	1,3 a	1,0 a
Agos/2005			Maio/06			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,9 a	1,3 a	1,3 a	2,0 a	2,8 a	2,9 a
0,10-0,20	0,7 a	1,0 a	1,1 a	2,4 a	2,1 a	2,4 a
0,20-0,30	0,7 a	0,8 a	1,0 a	1,9 a	2,4 a	2,8 a
0,30-0,40	0,7 a	0,7 a	0,7 a	1,9 a	2,6 a	2,1 a
0,40-0,50	0,8 a	0,6 a	0,7 a	2,3 a	1,8 <b>b</b>	2,3 a
0,50-0,60	0,7 a	0,7 a	0,7 a	2,2 a	2,6 a	2,6 a
0,60-0,70	0,7 a	0,7 a	0,6 a	2,4 a	2,4 a	2,1 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).

**Tabela 11.** Médias dos valores do cálcio mais magnésio (Ca+Mg) cmolc dm<sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	2,9 a <sup>#</sup>	2,9 a	3,4 a
0,10-0,20	---	---	---	2,3 a	2,5 a	3,3 a
0,20-0,30	---	---	---	2,2 <b>b</b>	2,0 <b>b</b>	3,4 a
0,30-0,40	---	---	---	2,0 a	2,0 a	2,8 a
0,40-0,50	---	---	---	1,8 <b>b</b>	2,0 <b>b</b>	2,8 a
0,50-0,60	---	---	---	1,9 a	2,0 a	2,7 a
0,60-0,70	---	---	---	1,7 <b>b</b>	2,0 <b>b</b>	2,6 a
Maio/2003						
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	3,2 <b>b</b>	3,3 <b>b</b>	4,4 a
0,10-0,20	---	---	---	2,7 <b>b</b>	2,8 <b>b</b>	4,0 a
0,20-0,30	---	---	---	2,5 <b>b</b>	3,6 a	2,6 <b>b</b>
0,30-0,40	---	---	---	2,4 <b>b</b>	3,1 a	3,3 a
0,40-0,50	---	---	---	2,7 a	2,6 a	2,9 a
0,50-0,60	---	---	---	2,0 <b>b</b>	2,4 <b>b</b>	3,4 a
0,60-0,70	---	---	---	2,0 a	1,9 a	2,9 a
Nov/2003			Maio/2004			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	4,8 a	4,4 a	3,7 a	2,5 a	2,5 a	2,4 a
0,10-0,20	3,3 a	4,0 a	3,6 a	1,9 a	2,0 a	2,0 a
0,20-0,30	3,0 a	2,8 a	3,1 a	1,9 a	2,0 a	1,8 a
0,30-0,40	2,9 a	3,3 a	3,2 a	1,8 a	1,9 a	1,8 a
0,40-0,50	2,8 a	2,9 a	2,4 a	1,8 a	1,9 a	1,8 a
0,50-0,60	2,5 a	2,7 a	2,4 a	1,7 a	1,8 a	1,8 a
0,60-0,70	2,0 a	2,8 a	2,3 a	1,7 a	1,7 a	1,7 a
Agos/2004			Maio/2005			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,5 a	3,3 a	2,8 a	3,1 a	2,7 a	3,2 a
0,10-0,20	2,1 <b>b</b>	3,0 a	2,6 a	2,0 a	2,7 a	2,5 a
0,20-0,30	1,8 a	2,6 a	2,1 a	1,9 a	2,5 a	2,1 a
0,30-0,40	1,6 a	2,2 a	2,0 a	1,6 <b>b</b>	2,2 a	1,6 <b>b</b>
0,40-0,50	1,7 a	1,9 a	1,8 a	1,7 a	2,0 a	1,6 a
0,50-0,60	1,9 a	1,8 a	1,7 a	1,6 a	2,0 a	1,6 a
0,60-0,70	2,0 a	1,7 a	1,8 a	1,5 a	2,0 a	1,7 a
Agos/2005			Maio/06			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,1 <b>b</b>	3,4 a	2,9 a	2,6 <b>b</b>	3,3 a	3,7 a
0,10-0,20	1,7 a	2,5 a	2,8 a	3,4 a	3,5 a	3,0 a
0,20-0,30	1,7 a	2,4 a	2,3 a	2,6 <b>b</b>	3,2 a	3,4 a
0,30-0,40	1,7 a	2,2 a	1,8 a	2,2 a	2,5 a	2,6 a
0,40-0,50	1,9 a	1,8 a	1,7 a	2,5 <b>b</b>	2,5 <b>b</b>	3,0 a
0,50-0,60	1,6 a	1,9 a	1,8 a	2,8 <b>b</b>	2,6 <b>b</b>	3,1 a
0,60-0,70	1,4 a	2,3 a	1,5 a	2,6 a	2,5 a	3,0 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

Os valores de carbono orgânico (C.Org) nas áreas dos tratamentos 3 da fazenda Pau Ferro do tratamento Braquiária,  $6,85 \text{ kg}^{-1}$  (Tabela 12). Parte da área do tratamento Tifton 85 áreas de 0,35 estuda  $\text{mg kg}^{-1}$  para o período experimental, Sd não a taxa de lixiviação observada nas áreas dos tratamentos orgânicos valores que se diferenciava de implantação  $10 \text{ mg}^{-1}$  (a profundidade) no perfil de C.Org maior perfil do solo observado  $2,2 \text{ a } 8 \text{ mg kg}^{-1}$  abaixo de  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ , sendo os valores encontrados acima destes, menos comuns e pontuais ao longo das coletas nas profundidades estudadas (Tabela 12).

### 3.5.3. Fósforo (P), Potássio (K) e Carbono Orgânico (C. Org)

Quanto aos tratamentos, os dados demonstram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) na maior parte das coletas, sendo que a área do tratamento que demonstra os maiores valores em profundidade com relação às demais áreas é a área do tratamento Suázi (Tabela 12).

Entre as coletas feitas nas áreas, as maiores diferenças ocorridas entre os tratamentos, aconteceram em maio de 2003 e no período de agosto de 2004 a maio de 2006. No período de agosto de 2004 e maio de 2006 é onde ocorreram as maiores diferenças observadas na área, sendo a área do tratamento Suázi a que tem os maiores valores e a área do tratamento Tifton 85 com os menores valores. (Tabela 12).

Os valores de potássio (K) nas áreas dos tratamentos da Fazenda Pau Ferro, variaram entre  $0,01$  e  $0,62 \text{ cmol} \text{ dm}^{-3}$ , sendo que em sua maior parte os teores estiveram abaixo de  $1 \text{ cmol} \text{ dm}^{-3}$  (Tabela 13). Quanto à distribuição do potássio em profundidade, ele tende a diminuir de forma gradual em concentração por volume de solo à medida que se aumenta a profundidade, sendo esta característica observada entre todas as áreas dos tratamentos ao longo do período experimental (Tabela 13). Considerando ser este um elemento móvel no solo, isso evidencia uma baixa lixiviação, decorrente provavelmente da intensa absorção do elemento pelas gramíneas ali instaladas.

Entre as épocas de coleta, as que apresentam os maiores teores de K em profundidade, foram as realizadas em maio de 2004, agosto de 2004 e agosto de 2005. Entre as áreas dos tratamentos o que apresentou maior homogeneidade nos teores de K, entre as coletas, foi o Suazi; esta característica é mais bem observada nos períodos de menor precipitação. Entre os tratamentos são observadas grandes diferenças entre os valores de potássio, sendo que a maior ocorreu na área de Braquiária, no início do período experimental. Nesta, na coleta realizada em abril de 2002 os valores de potássio (K) diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) das demais áreas em algumas profundidades estudadas (Tabela 13).

No geral os dados demonstram que não ocorreram grandes diferenças entre as áreas dos tratamentos, sendo os mesmos com valores bem próximos e com poucas diferenças significativas no perfil de solo estudado (0-0,7m) (Tabela 13).

Os dados obtidos também demonstram que os valores do C.Org no perfil do solo tendem a diminuir de forma gradual em profundidade, sendo esta diminuição também observada por Freitas et al. (2000). Esta característica foi observada em todas as coletas e entre todas as áreas dos tratamentos (Tabela 14). Entre as áreas dos tratamentos não há diferença significativa ( $P > 0,05$ ), ou seja, os dados demonstraram que o acúmulo do carbono orgânico no perfil do solo foi proporcional nas três áreas estudadas (Tabela 14).

**Tabela 12.** Médias dos valores fósforo (P) em mg dm<sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	2,2a	1,5 a	2,3 a
0,10-0,20	---	---	---	1,5 a	1,0 a	2,0 a
0,20-0,30	---	---	---	1,0 a	1,0 a	1,3 a
0,30-0,40	---	---	---	1,0 a	1,0 a	1,8 a
0,40-0,50	---	---	---	1,0 a	1,3 a	1,0 a
0,50-0,60	---	---	---	1,0 a	1,0 a	1,5 a
0,60-0,70	---	---	---	1,0 a	1,0 a	1,0 a
Maio/2003						
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	12,3 a	1,3 b	12,0 a
0,10-0,20	---	---	---	2,33 b	1,3 b	5,33 a
0,20-0,30	---	---	---	2,7 b	1,0 c	5,3 a
0,30-0,40	---	---	---	2,3 b	1,0 b	9,7 a
0,40-0,50	---	---	---	10,7 b	16,4 a	1,0 c
0,50-0,60	---	---	---	3,0 b	1,0 c	13,0 a
0,60-0,70	---	---	---	20,6 a	13,0 b	1,3 c
Nov/2003			Maio/2004			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,17 a	3,0 a	4,7 a	5,2 a	3,0 a	4,7 a
0,10-0,20	2,2 a	2,2 a	2,5 a	0,4 a	0,4 a	0,6 a
0,20-0,30	1,7a	1,2 b	1,8 a	0,3 b	0,3 b	0,5 a
0,30-0,40	1,5 a	1,0 a	1,5 a	0,2 a	0,1 a	0,2 a
0,40-0,50	1,2 a	1,5 a	1,0 a	0,1 a	0,2 a	0,1 a
0,50-0,60	1,2 a	1,0 a	1,2 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a
0,60-0,70	1,5 a	1,3 a	1,0 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a
Agos/2004			Maio/2005			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	6,2 a	3,2 c	4,5 b	7,9 a	4,5 c	6,1 b
0,10-0,20	2,6 a	2,1 b	2,7 a	3,3 b	2,1 c	15 a
0,20-0,30	2,0 b	1,8 c	2,1 a	1,5 b	0,9 c	2,3 a
0,30-0,40	1,7 b	1,7 b	1,8 a	0,6 b	0,5 c	3,5 a
0,40-0,50	1,5 b	1,7 a	0,9 c	0,5 b	2,4 a	0,35 c
0,50-0,60	1,4 b	0,85 c	1,6 a	0,4 b	0,3 c	3,6 a
0,60-0,70	1,5 a	1,5 a	1,0 b	0,5 a	0,2 b	0,1 b
Agos/2005			Maio/06			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	8,5 a	1,7 c	3,7 b	5,9 a	3,1 c	3,4 b
0,10-0,20	1,8a	0,9 b	1,8 a	3,0 b	2,9 c	3,1 a
0,20-0,30	2,1 b	1,0 c	2,5 a	3,2 b	3,0 c	4,2 a
0,30-0,40	1,3 b	0,9 c	2,9 a	3,1 b	2,8 c	3,2 a
0,40-0,50	2,9 b	4,5 a	0,5 c	2,5 b	3,6 a	2,4 c
0,50-0,60	3,8 b	0,6 c	4,5 a	3,0 b	2,9 c	3,4 a
0,60-0,70	3,8 a	1,4 b	0,8 c	2,9 a	2,8 b	2,8 b

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

**Tabela 13.** Médias dos valores de potássio (K) em cmolc dm<sup>-3</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	0,08 a	0,12 a	0,14 a
0,10-0,20	---	---	---	0,03 <b>b</b>	0,11 a	0,18 a
0,20-0,30	---	---	---	0,03 <b>b</b>	0,06 a	0,11 a
0,30-0,40	---	---	---	0,02 <b>b</b>	0,04 a	0,06 a
0,40-0,50	---	---	---	0,02 a	0,03 a	0,03 a
0,50-0,60	---	---	---	0,01 <b>b</b>	0,03 a	0,02 a
0,60-0,70	---	---	---	0,01 a	0,02 a	0,02 a
				Maio/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	0,25 a	0,15 a	0,21 a
0,10-0,20	---	---	---	0,06 a	0,04 a	0,10 a
0,20-0,30	---	---	---	0,04 a	0,03 a	0,06 a
0,30-0,40	---	---	---	0,04 a	0,02 a	0,04 a
0,40-0,50	---	---	---	0,04 a	0,02 a	0,02 a
0,50-0,60	---	---	---	0,02 a	0,02 a	0,02 a
0,60-0,70	---	---	---	0,02 a	0,02 a	0,02 a
				Nov/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,16 <b>b</b>	0,16 <b>b</b>	0,36 a	0,13 a	0,13 a	0,20 a
0,10-0,20	0,13 a	0,06 a	0,14 a	0,05 a	0,06 a	0,07 a
0,20-0,30	0,08 a	0,03 <b>b</b>	0,06 a	0,03 <b>b</b>	0,04 <b>b</b>	0,05 a
0,30-0,40	0,04 a	0,03 a	0,05 a	0,03 a	0,04 a	0,04 a
0,40-0,50	0,03 a	0,02 a	0,03 a	0,02 a	0,02 a	0,03 a
0,50-0,60	0,02 a	0,02 a	0,03 a	0,02 a	0,02 a	0,03 a
0,60-0,70	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,03 a
				Agos/2004		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,28 a	0,19 a	0,35 a	0,33 a	0,28 a	0,62 a
0,10-0,20	0,22 a	0,07 <b>b</b>	0,13 a	0,24 a	0,22 a	0,33 a
0,20-0,30	0,13 a	0,03 a	0,05 a	0,17 a	0,16 a	0,25 a
0,30-0,40	0,09 a	0,03 a	0,04 a	0,12 a	0,09 a	0,15 a
0,40-0,50	0,13 a	0,02 a	0,02 a	0,08 a	0,10 a	0,13 a
0,50-0,60	0,10 a	0,01 a	0,02 a	0,08 a	0,08 a	0,08 a
0,60-0,70	0,07 a	0,01 a	0,02 a	0,09 a	0,05 a	0,04 a
				Agos/2005		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,08 <b>b</b>	0,38 a	0,40 a	0,24 a	0,24 a	0,06 a
0,10-0,20	0,07 a	0,16 a	0,12 a	0,12 a	0,09 a	0,12 a
0,20-0,30	0,04 a	0,07 a	0,06 a	0,15 a	0,05 a	0,17 a
0,30-0,40	0,03 a	0,04 a	0,06 a	0,06 a	0,07 a	0,09 a
0,40-0,50	0,02 a	0,03 a	0,02 a	0,05 a	0,05 a	0,15 a
0,50-0,60	0,04 a	0,02 a	0,01 a	0,04 <b>b</b>	0,03 <b>b</b>	0,07 a
0,60-0,70	0,02 a	0,01 a	0,01 a	0,05 a	0,05 a	0,12 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

**Tabela 14.** Médias dos valores de carbono orgânico C. Org) em g kg<sup>-1</sup> na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	10,3 a	11,5 a	12,0 a
0,10-0,20	---	---	---	7,8 a	8,5 a	10,3 a
0,20-0,30	---	---	---	8,3 a	7,0 a	7,8 a
0,30-0,40	---	---	---	7,3 a	6,8 a	8,0 a
0,40-0,50	---	---	---	7,5 a	5,8 a	6,8 a
0,50-0,60	---	---	---	6,3 a	3,3 a	6,3 a
0,60-0,70	---	---	---	6,5 a	5,5 b	5,3 b
				Maio/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	12,0 a	13,3 a	12,7 a
0,10-0,20	---	---	---	11,0 a	11,0 a	10,7 a
0,20-0,30	---	---	---	8,7 a	10,7 a	6,7 a
0,30-0,40	---	---	---	8,0 a	9,3 a	8,3 a
0,40-0,50	---	---	---	7,3 a	8,0 a	8,0 a
0,50-0,60	---	---	---	7,3 a	8,0 a	7,3 a
0,60-0,70	---	---	---	6,3 b	7,7 a	6,3 b
				Nov/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	16,3 a	15,8 a	16,2 a	10,7 a	10,5 a	11,5 a
0,10-0,20	13,2 a	14,2 a	14,2 a	8,0 a	9,1 a	9,5 a
0,20-0,30	10,0 a	9,7 a	10,7 a	6,8 a	7,8 a	8,0 a
0,30-0,40	10,5 a	9,0 a	8,2 a	6,2 a	7,2 a	7,2 a
0,40-0,50	10,5 a	8,5 a	7,3 a	6,0 a	6,7 a	6,8 a
0,50-0,60	6,8 a	8,3 a	6,8 a	5,8 a	6,4 a	6,3 a
0,60-0,70	7,3 a	9,5 a	6,7 a	5,3 a	5,8 a	5,4 a
				Agos/2004		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	15,4 a	13,2 a	12,7 a	16,5 a	15,2 a	15,6 a
0,10-0,20	11,0 a	8,7 a	10,5 a	13,4 a	11,4 a	11,7 a
0,20-0,30	9,1 a	8,0 a	9,6 a	10,1 a	9,5 a	9,9 a
0,30-0,40	7,3 a	5,8 a	8,5 a	8,8 a	8,5 a	9,1 a
0,40-0,50	6,8 a	6,2 a	6,9 a	7,8 a	7,5 a	8,2 a
0,50-0,60	6,3 a	6,0 a	7,0 a	6,7 a	7,0 a	7,5 a
0,60-0,70	5,5 a	6,0 a	5,9 a	6,2 a	6,5 a	6,9 a
				Maio/2005		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	10,2 a	11,4 a	12,5 a	15,1 a	14,5 a	15,2 a
0,10-0,20	11,1 a	12,0 a	6,8 a	12,7 a	10,9 a	10,9 a
0,20-0,30	8,2 a	9,4 a	9,3 a	9,5 a	8,9 a	9,4 a
0,30-0,40	7,4 a	13,3 a	8,1 a	7,9 a	7,6 a	8,3 a
0,40-0,50	5,9 a	7,8 a	7,8 a	7,0 a	6,6 a	7,6 a
0,50-0,60	6,2 a	6,7 a	6,6 a	6,3 a	6,4 a	6,7 a
0,60-0,70	6,0 a	5,4 a	6,5 a	5,6 b	6,0 b	6,6 a
				Agos/2005		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	10,2 a	11,4 a	12,5 a	15,1 a	14,5 a	15,2 a
0,10-0,20	11,1 a	12,0 a	6,8 a	12,7 a	10,9 a	10,9 a
0,20-0,30	8,2 a	9,4 a	9,3 a	9,5 a	8,9 a	9,4 a
0,30-0,40	7,4 a	13,3 a	8,1 a	7,9 a	7,6 a	8,3 a
0,40-0,50	5,9 a	7,8 a	7,8 a	7,0 a	6,6 a	7,6 a
0,50-0,60	6,2 a	6,7 a	6,6 a	6,3 a	6,4 a	6,7 a
0,60-0,70	6,0 a	5,4 a	6,5 a	5,6 b	6,0 b	6,6 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

### 3.5.4. V%, Valor S e Valor T

O V% nas áreas dos tratamentos variou entre 13 e 96 %, sendo que em sua maior parte os valores estiveram abaixo de 60 % (Tabela 15). Os dados coletados ao longo do período experimental apresentam maior oscilação em profundidade em relação aos valores de V% inicialmente encontrados (47-56%). No entanto, na maior parte das profundidades, estes dados apresentaram-se próximo a 40%, com aumento nos valores de V% nas coletas em agosto de 2005 e maio de 2006, com V% maior que 70% (Tabela 15).

Em profundidade, os dados demonstram pouca variação. Entre todas as coletas os dados tendem a permanecer com V% entre 30 e 50%. Na coleta em maio de 2003, os valores de V% para a o tratamento Braquiária foram os menores (Tabela 15). As áreas se apresentam semelhantes nos valores de V% em profundidade. As únicas coletas em que ocorreram maiores diferenças foram as realizadas em maio de 2003 e maio de 2005. Em maio de 2003 a área do tratamento Braquiária teve valores inferiores aos encontrados nas demais áreas, diferindo significativamente ( $P>0,05$ ). Na coleta em maio de 2005 nas áreas dos tratamentos Braquiária e Suázi, alguns valores de saturação por bases, são significativamente menores que na área do tratamento Tifton 85 ( $P>0,05$ ) (Tabela 15).

O valor S nas áreas dos tratamentos variou entre 1,4 e 5,0  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , sendo, em sua maior parte, abaixo de 5  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 16), o que reflete na saturação por bases. Em relação ao período experimental, os valores de S dos tratamentos (1,4 e 5,0  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) aumentaram em relação aos valores inicialmente encontrados na área, que oscilavam entre 0,9 e 2,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 16). Esta variação demonstra um aumento nas bases do solo nas áreas dos tratamentos, em função do manejo adotado e das adubações realizadas, e reflete as variações ocorridas em Ca, Mg e K. Entre as coletas a que teve o maior destaque foi a de novembro de 2003 (influência de seca). Nesta coleta as áreas dos tratamentos apresentam maior valor S em profundidade quando comparada às demais épocas.

As áreas dos tratamentos demonstram ser semelhante quanto à distribuição dos valores de S, em profundidade. Em todas as áreas se observa a mesma tendência quanto à distribuição dos nutrientes ao longo do perfil, e o valor S tende a diminuir em profundidade (Tabela 16).

As áreas dos tratamentos também não demonstram diferenças significativas ao longo do período. Existem poucas diferenças significativas, sendo estas concentradas no período inicial dos estudos, onde nas coletas realizadas em abril de 2002 e maio de 2003, as áreas dos tratamentos Braquiária e Tifton 85 diferem significativamente da área do tratamento Suázi. Este comportamento, no entanto, era esperado, já que o valor S é um somatório das bases Na, K, Ca e Mg, que tiveram comportamento semelhante ao descrito (Tabela 16)

O valor T nas áreas dos tratamentos apresentou valores entre 1,7 e 15,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , (Tabela 17). Os valores de T nas áreas experimentais (1,7 e 15,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) apresentam aumentos em relação aos inicialmente encontrados, que oscilavam entre 1,9 e 4,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 17). No entanto, a diferença na amplitude dos dados das áreas dos tratamentos quando comparada ao período inicial não foi grande, pois a maior parte dos valores de T nas áreas dos tratamentos encontram-se próximos aos inicialmente obtidos na área (Tabela 17).

Os dados também mostram variação nos valores de T durante o período experimental; onde, estes tendem a diminuir ao longo das coletas, sendo que os maiores foram encontrados nas coletas em maio de 2003 e novembro de 2003, e os menores nas coletas em agosto de 2005 e maio de 2006 (Tabela 17). Comparando-se os tratamentos entre si, o valor T teve comportamento semelhante ao longo das coletas, sendo observadas discretas diferenças em relação ao padrão de variação do valor T em profundidade (Tabela 17). As coletas de abril de 2002, maio de 2003 e maio de 2004 foram as que mais se destacaram, apresentando diferenças significativas ( $P>0,05$ ), quando comparados os tratamentos.

**Tabela 15.** Médias do V% na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

<b>Época Seca</b>				<b>Época Chuvosa</b>		
				<b>Abril/2002</b>		
Prof. (m)				<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	---	---	---	52 a	42 <b>b</b>	54 a
0,10-0,20	---	---	---	48 a	41 a	56 a
0,20-0,30	---	---	---	48 a	39 a	56 a
0,30-0,40	---	---	---	47 a	37 a	51 a
0,40-0,50	---	---	---	42 a	37 a	52 a
0,50-0,60	---	---	---	37 a	39 a	53 a
0,60-0,70	---	---	---	25 <b>c</b>	38 <b>b</b>	54 a
<b>Mai/2003</b>						
Prof. (m)				<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	---	---	---	25 <b>c</b>	37 <b>b</b>	50 a
0,10-0,20	---	---	---	21 <b>b</b>	38 a	45 a
0,20-0,30	---	---	---	18 <b>b</b>	44 a	36 a
0,30-0,40	---	---	---	18 <b>b</b>	38 a	43 a
0,40-0,50	---	---	---	18 <b>c</b>	30 <b>b</b>	37 a
0,50-0,60	---	---	---	13 <b>c</b>	26 <b>b</b>	41 a
0,60-0,70	---	---	---	14 <b>b</b>	20 <b>b</b>	34 a
<b>Nov/2003</b>				<b>Mai/2004</b>		
Prof. (m)	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	53 a	57 a	53 a	46 a	49 a	45 a
0,10-0,20	48 a	60 a	56 a	43 a	48 a	40 a
0,20-0,30	47 a	56 a	52 a	43 a	49 a	40 a
0,30-0,40	48 a	58 a	56 a	42 a	50 a	42 a
0,40-0,50	42 a	51 a	49 a	39 a	49 a	37 a
0,50-0,60	44 a	49 a	49 a	37 a	48 a	40 a
0,60-0,70	43 a	47 a	46 a	39 a	45 a	41 a
<b>Agos/2004</b>				<b>Mai/2005</b>		
Prof. (m)	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	54 a	58 a	46 a	55 a	54 a	53 a
0,10-0,20	49 a	58 a	47 a	47 <b>b</b>	57 a	49 <b>b</b>
0,20-0,30	49 a	58 a	42 a	44 <b>b</b>	56 a	44 <b>b</b>
0,30-0,40	45 a	52 a	43 a	39 <b>b</b>	52 a	40 <b>b</b>
0,40-0,50	47 a	49 a	39 a	40 a	49 a	34 a
0,50-0,60	48 a	48 a	39 a	37 a	50 a	37 a
0,60-0,70	46 a	45 a	40 a	36 a	47 a	38 a
<b>Agos/2005</b>				<b>Mai/06</b>		
Prof. (m)	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Tifton 85</b>	<b>Suázi</b>
0,00-0,10	84 a	80 a	88 a	90 a	81 a	92 a
0,10-0,20	89 a	87 a	88 a	96 a	89 <b>b</b>	90 <b>b</b>
0,20-0,30	89 a	87 a	87 a	94 a	91 a	94 a
0,30-0,40	88 a	89 a	85 a	94 a	94 a	92 a
0,40-0,50	87 a	87 a	69 a	92 a	89 a	81 a
0,50-0,60	87 a	85 a	83 a	93 a	93 a	91 a
0,60-0,70	85 a	87 a	80 a	93 a	89 a	90 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).



**Tabela 16.** Médias do valor S em  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	3,0 a	3,1 a	3,6 a
0,10-0,20	---	---	---	2,3 <b>b</b>	2,6 <b>b</b>	3,5 a
0,20-0,30	---	---	---	2,2 <b>b</b>	2,1 <b>b</b>	3,5 a
0,30-0,40	---	---	---	2,1 a	2,0 a	2,8 a
0,40-0,50	---	---	---	1,9 <b>b</b>	2,0 <b>b</b>	2,8 a
0,50-0,60	---	---	---	1,9 a	2,0 a	2,8 a
0,60-0,70	---	---	---	1,8 <b>b</b>	2,0 <b>b</b>	2,6 a
				Maio/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	3,5 <b>b</b>	3,5 <b>b</b>	4,7 a
0,10-0,20	---	---	---	2,8 <b>b</b>	2,9 <b>b</b>	4,1 a
0,20-0,30	---	---	---	2,6 <b>b</b>	3,6 a	2,8 <b>b</b>
0,30-0,40	---	---	---	2,5 <b>b</b>	3,2 a	3,4 a
0,40-0,50	---	---	---	2,8 a	2,7 a	3,0 a
0,50-0,60	---	---	---	2,0 <b>b</b>	2,5 <b>b</b>	3,7 a
0,60-0,70	---	---	---	2,1 a	2,0 a	3,0 a
				Nov/2003		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,0 a	4,6 a	4,1 a	2,6 a	2,7 a	2,6 a
0,10-0,20	3,5 a	4,1 a	3,8 a	2,0 a	2,1 a	2,0 a
0,20-0,30	3,1 a	3,1 a	3,2 a	1,9 a	2,0 a	1,9 a
0,30-0,40	3,0 a	3,3 a	3,3 a	1,8 a	1,9 a	1,9 a
0,40-0,50	2,8 a	3,1 a	2,5 a	1,8 a	1,9 a	1,9 a
0,50-0,60	2,5 a	2,7 a	2,4 a	1,7 a	1,8 a	1,8 a
0,60-0,70	2,5 a	2,8 a	2,3 a	1,7 a	1,7 a	1,7 a
				Agos/2004		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,8 a	3,5 a	3,1 a	3,5 a	3,0 a	3,9 a
0,10-0,20	2,3 <b>b</b>	3,1 a	2,8 a	2,3 a	2,9 a	2,9 a
0,20-0,30	1,9 a	2,6 a	2,2 a	2,0 a	2,6 a	2,4 a
0,30-0,40	1,7 a	2,2 a	2,0 a	1,7 <b>b</b>	2,3 a	1,8 <b>b</b>
0,40-0,50	1,9 a	2,0 a	1,9 a	1,8 a	2,1 a	1,8 a
0,50-0,60	2,0 a	1,9 a	1,7 a	1,6 a	2,1 a	1,7 a
0,60-0,70	2,1 a	1,8 a	1,8 a	1,6 a	2,0 a	1,8 a
				Agos/2005		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,2 <b>b</b>	3,8 a	3,3 a	2,8 <b>b</b>	3,6 a	3,8 a
0,10-0,20	1,8 a	2,6 a	2,9 a	3,6 a	2,8 a	3,1 a
0,20-0,30	1,7 a	2,5 a	2,3 a	2,7 <b>b</b>	3,0 <b>b</b>	3,6 a
0,30-0,40	1,8 a	2,2 a	1,8 a	2,4 a	3,1 a	2,7 a
0,40-0,50	2,0 a	1,8 a	1,8 a	2,5 <b>b</b>	1,9 <b>c</b>	3,2 a
0,50-0,60	1,7 a	1,9 a	1,8 a	3,0 a	3,5 a	3,2 a
0,60-0,70	1,4 a	2,4 a	1,5 a	2,7 a	2,7 a	3,1 a
				Maio/06		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,2 <b>b</b>	3,8 a	3,3 a	2,8 <b>b</b>	3,6 a	3,8 a
0,10-0,20	1,8 a	2,6 a	2,9 a	3,6 a	2,8 a	3,1 a
0,20-0,30	1,7 a	2,5 a	2,3 a	2,7 <b>b</b>	3,0 <b>b</b>	3,6 a
0,30-0,40	1,8 a	2,2 a	1,8 a	2,4 a	3,1 a	2,7 a
0,40-0,50	2,0 a	1,8 a	1,8 a	2,5 <b>b</b>	1,9 <b>c</b>	3,2 a
0,50-0,60	1,7 a	1,9 a	1,8 a	3,0 a	3,5 a	3,2 a
0,60-0,70	1,4 a	2,4 a	1,5 a	2,7 a	2,7 a	3,1 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).

**Tabela 17.** Médias do valor T em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Época Seca				Época Chuvosa		
				Abril/2002		
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	5,7 c	7,3 a	6,6 b
0,10-0,20	---	---	---	4,9 b	6,3 a	6,2 a
0,20-0,30	---	---	---	4,6 c	5,2 b	6,3 a
0,30-0,40	---	---	---	4,4 b	5,4 a	5,5 a
0,40-0,50	---	---	---	4,5 b	5,6 a	5,4 a
0,50-0,60	---	---	---	5,1 a	5,2 a	5,2 a
0,60-0,70	---	---	---	7,1 a	5,3 b	4,9 b
Maio/2003						
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	---	---	---	14,0 a	9,5 b	9,5 b
0,10-0,20	---	---	---	13,4 a	7,6 b	9,1 b
0,20-0,30	---	---	---	14,1 a	8,3 b	7,6 b
0,30-0,40	---	---	---	14,2 a	8,4 b	7,9 b
0,40-0,50	---	---	---	15,6 a	9,2 b	8,0 b
0,50-0,60	---	---	---	15,1 a	9,8 b	9,0 b
0,60-0,70	---	---	---	15,3 a	10,1 b	9,0 b
Nov/2003			Maio/2004			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	9,5 a	7,9 b	7,8 b	5,6 a	5,4 a	5,8 a
0,10-0,20	7,2 a	6,8 a	6,8 a	4,6 b	4,4 b	5,1 a
0,20-0,30	6,6 a	5,5 b	6,1 a	4,4 b	4,1 b	4,7 a
0,30-0,40	6,2 a	5,8 a	5,8 a	4,4 a	3,8 b	4,4 a
0,40-0,50	6,7 a	6,0 a	5,1 b	4,5 a	3,9 a	5,0 a
0,50-0,60	5,8 a	5,6 a	5,0 a	4,6 a	3,8 b	4,5 a
0,60-0,70	5,9 a	6,1 a	5,0 b	4,5 a	3,7 a	4,3 a
Agos/2004			Maio/2005			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	5,2 b	6,1 a	6,8 a	6,3 a	5,6 a	7,2 a
0,10-0,20	4,6 a	5,3 a	6,0 a	4,9 a	5,1 a	5,8 a
0,20-0,30	3,8 b	4,6 a	5,1 a	4,6 a	4,8 a	5,4 a
0,30-0,40	3,8 a	4,2 a	4,8 a	4,3 a	4,4 a	4,5 a
0,40-0,50	3,9 a	4,0 a	4,7 a	4,5 a	4,2 a	5,2 a
0,50-0,60	4,1 a	3,8 a	4,4 a	4,5 a	4,2 a	4,7 a
0,60-0,70	4,5 a	3,9 b	4,5 a	4,5 a	4,3 a	4,7 a
Agos/2005			Maio/06			
Prof. (m)	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	2,6 b	4,8 a	3,8 a	3,1 b	4,5 a	4,1 a
0,10-0,20	2,0 b	3,0 a	3,3 a	3,7 a	3,2 a	3,5 a
0,20-0,30	1,9 b	2,9 a	2,7 a	2,9 a	3,3 a	3,8 a
0,30-0,40	2,0 a	2,5 a	2,2 a	2,6 a	3,3 a	2,9 a
0,40-0,50	2,3 a	2,1 a	2,6 a	2,7 b	2,2 b	3,9 a
0,50-0,60	1,9 a	2,2 a	2,2 a	3,2 a	3,8 a	3,6 a
0,60-0,70	1,7 a	2,7 a	1,9 a	2,9 a	3,0 a	3,5 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).

### 3.5.5. Análise de Componentes Principais (PCA)

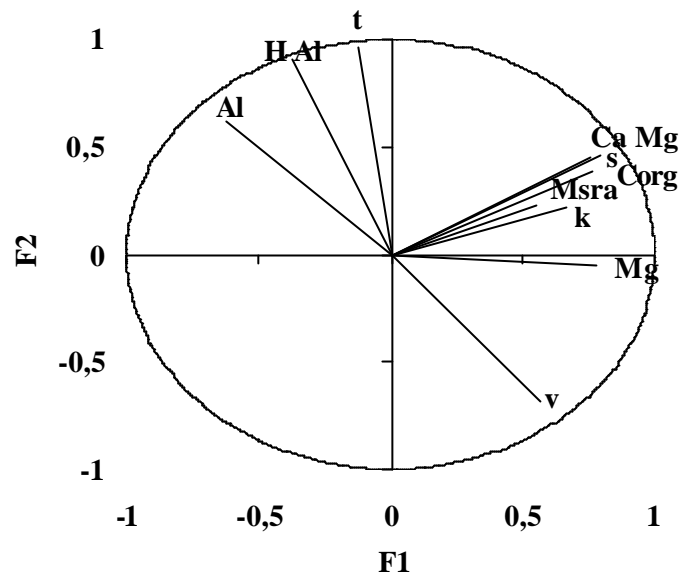
Os principais parâmetros selecionados pela matriz de correlação de Pearson foram: os valores da massa seca radicular (Msra), os valores de magnésio (Mg), os valores de cálcio mais magnésio (Ca+Mg), os valores de alumínio Al, os valores de potássio K, os valores de hidrogênio mais alumínio (H+Al), os valores de carbono orgânico e os valores de S, T e V% (Tabela 18). Os dados referentes à massa seca de raízes (Msra), serão discutidos no capítulo 2.

**Tabela 18.** Matriz de correlação dos parâmetros de fertilidade do solo e Msra na área experimental Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), durante as coletas realizadas no período de abril de 2002 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

	Msra	Mg	Ca + Mg	Al	K	H+Al	Corg	S	T	V
Msra	<b>1</b>	0,263	0,300	-0,204	0,514	0,003	0,614	0,339	0,095	0,084
Mg	0,263	<b>1</b>	0,616	-0,396	0,366	-0,304	0,409	0,634	-0,110	0,539
Ca + Mg	0,300	0,616	<b>1</b>	-0,206	0,362	0,113	0,625	0,981	0,372	0,172
Al	-0,204	-0,396	-0,206	<b>1</b>	-0,277	0,765	-0,249	-0,218	0,653	0,686
K	0,514	0,366	0,362	-0,277	<b>1</b>	-0,057	0,707	0,461	0,073	0,124
H+Al	0,003	-0,304	0,113	0,765	-0,057	<b>1</b>	0,040	0,116	0,963	0,783
Corg	0,614	0,409	0,625	-0,249	0,707	0,040	<b>1</b>	0,666	0,219	0,121
S	0,339	0,634	0,981	-0,218	0,461	0,116	0,666	<b>1</b>	0,381	0,169
T	0,095	-0,110	0,372	0,653	0,073	0,963	0,219	0,381	<b>1</b>	0,683
V	0,084	0,539	0,172	-0,686	0,124	-0,783	0,121	0,169	-0,683	<b>1</b>

Em negrito, valores significativos ao nível de probabilidade de 5%.

Quanto aos parâmetros avaliados pela análise dos componentes principais (PCA), foi considerada a proporcionalidade do comprimento de cada linha com a sua importância, sendo que os ângulos entre elas um reflexo das intercorrelações entre as variáveis (Alvarenga & Davide, 1999) onde, o ângulo entre determinada linha e cada eixo de ordenação representa um grau de correlação com o eixo (Souza, 1996). Os dados avaliados foram dispostos em dois eixos F1 e F2, onde foram ordenados os valores de Ca+Mg, (Msra), K, S, C.org, T, H+Al, Mg, V% e Al e Msra (massa seca radicular) (Figura 8).



**Figura 8.** Distribuição dos parâmetros de fertilidade da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna-RJ, avaliados pela análise dos componentes principais (PCA).

As avaliações feitas pela PCA nas áreas dos tratamentos da Fazenda Pau Ferro demonstram que, ocorrem cinco agrupamentos principais que merecem destaque nas variações dos dados, quando se avaliam os parâmetros de fertilidade e sua variabilidade nas áreas.

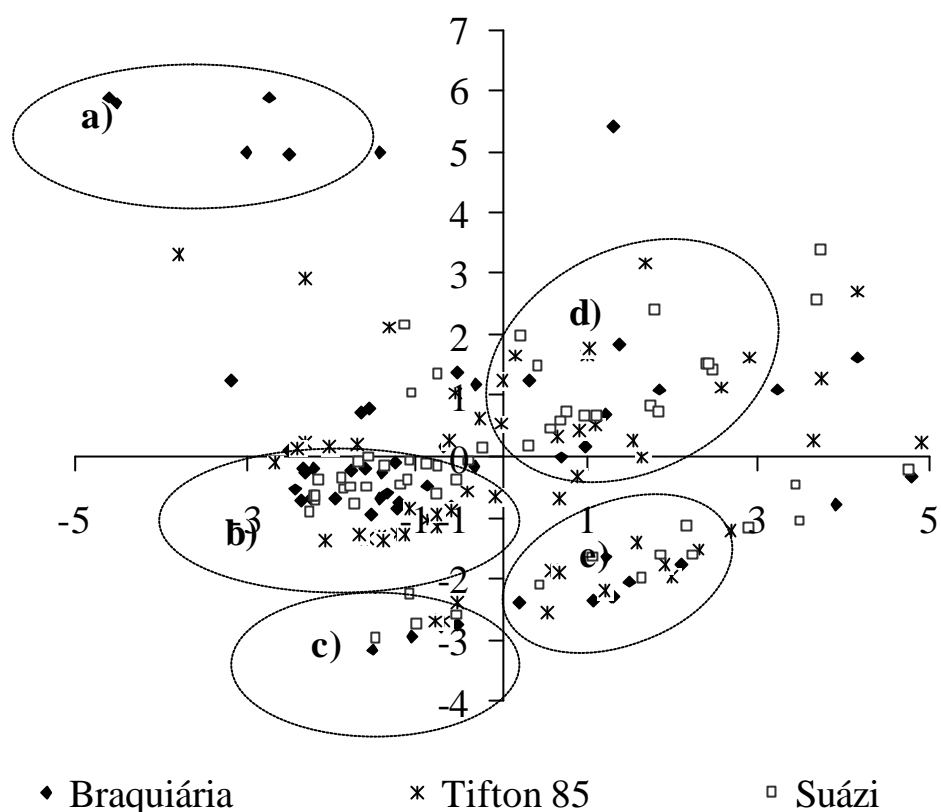
Os agrupamentos observados na dispersão dos fatores 1 e 2 foram: **(a)** influenciados pelo Al, H +Al e valor T; **(b)** e **(c)** influenciados por outros fatores não correlacionados pela PCA; **(d)** influenciados pelo Ca+Mg, C.org, Msra, K e valor S; e o agrupamento **(e)** onde os dados foram influenciados pelo magnésio Mg e pelo valor V (Figura 8).

Todas as áreas dos tratamentos demonstraram uma semelhança entre a maior parte das dispersões, apresentando-se distribuídas de forma semelhante entre os diversos parâmetros avaliados. No entanto, o **(a)** demonstra um maior agrupamento das variâncias da área do tratamento Braquiária, o que indica uma pequena variação desta área em relação aos demais tratamentos (Figura 9).

Esta variação pode ser explicada pelas diferenças observadas nos dados estatísticos, avaliados pela análise de variância e pelos testes de média, onde os valores de alumínio, H+Al e do valor T da área do tratamento Braquiária, apresentaram algumas diferenças entre as demais áreas em algumas épocas de coleta (Figura 9).

No agrupamento **(d)** também pode ser observado um maior número de variâncias em relação à área do tratamento Suázi, com um maior acúmulo destas variâncias na parte inferior esquerda do campo assinalado para o agrupamento **(d)** (Figura 9).

Esta variação também pode ser visualizada nos dados da análise de variância, onde os valores de V%, valor S e Ca+Mg apresentam diferenças significativas. O que explica a variação destes parâmetros encontrados na área do tratamento Suázi, que foram geralmente maiores do que os valores encontrados nas áreas dos demais tratamentos, sendo estes valores, observados em coletas realizadas nos períodos de abril 2002 maio de 2003 e, em alguns casos maio de 2006 (Tabelas 11, 15 e 16).



**Figura 9.** Dispersão dos escores dos fatores 1 e 2 e áreas dos tratamentos estudados na fazenda Pau Ferro, Itaperuna-RJ, avaliados pela análise dos componentes principais (PCA). a b c d e, principais agrupamentos.

### 3.5.6. Interpretação dos Parâmetros de Fertilidade na Área Experimental

Para a avaliação dos parâmetros de fertilidade na área experimental, foram consideradas as tabelas para interpretação de resultados de análises de rotina de dados, obtidos de amostra de solo para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988). Os parâmetros de fertilidade avaliados foram: pH, P, K, Al, Ca+Mg, e Carbono orgânico do solo ( $C_{Org}$ ), comumente utilizados nas tabelas de Interpretação dos resultados de análises de rotina no estado do Rio de Janeiro.

Quanto aos níveis de pH do solo, estes variaram entre 6,0 e 5,2 na área experimental, sendo esta faixa considerada com valores entre fortemente ácida e moderadamente ácida (Tabela 19). Os valores tenderam a variar principalmente entre 5,5 e 5,7, tendo a maior parte das áreas dos tratamentos mantida esta variação (Tabela 6).

Estes valores diferem um pouco dos encontrados inicialmente na área (Tempo zero). No entanto, se considerarmos os valores médios observados, pode-se dizer que estes mantêm a mesma classificação encontrada no período inicial de projeto, quando se avaliam todas as profundidades estudadas. Provavelmente isto ocorreu em função do manejo realizado na área, principalmente em função das adubações. Segundo Tedesco et al. (2004), o pH pode variar em função do teor de sais em solução, sendo, portanto, influenciado por fatores como o clima (precipitação) e adição de fertilizantes.

**Tabela 19.** Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, com extrator duplo-ácido, adaptado de Almeida, et al. (1988).

Nível	pH
Extremamente ácido	< 4,4
Fortemente ácido	4,4-5,3
Moderadamente ácido	5,4-6,5
Praticamente neutro	6,6-7,3
Moderadamente alcalino	7,4-8,3
Fortemente alcalino	> 8,3

Pádua et al. (2004) em um trabalho de calagem também demonstraram o efeito do manejo na correção da acidez do solo, ao avaliarem diferentes coberturas vegetais em um Latossolo. Os autores constataram que a correção da acidez do solo pode ser dependente da forma de aplicação do corretivo e da cobertura vegetal.

A faixa de pH encontrada na área dos tratamentos encontra-se abaixo de 6,0 – 6,5, que segundo Malavolta, (1980) é uma faixa de pH onde se observa a disponibilidade máxima de muitos elementos, sendo que para outros a disponibilidade não é limitante, caindo também a disponibilidade de Al. No entanto, os dados de pH nas áreas dos tratamentos demonstram que muitos dos valores observados se mantêm próximos aos valores desta faixa (6,0-6,5), garantindo assim boas disponibilidades de elementos importantes para a nutrição vegetal como o P, K o N entre outros (Malavolta, 1980).

Quanto aos níveis de alumínio os valores variaram entre as coletas, onde houve uma diminuição ao longo do período de estudo, de forma que ao final das coletas o mesmo não foi detectado. No entanto, ao longo do estudo, os níveis de alumínio no solo tiveram em sua maioria valores variando entre 0,0 e 0,3  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , predominando os valores 0,1, 0,2, e 0,0  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  em profundidade, principalmente nas profundidades até 0,3 m. Desta forma podem se considerar os valores de alumínio (Al) na área experimental como sendo baixos (Tabela 20) e equivalente entre as diversas áreas dos tratamentos.

Os níveis de alumínio podem comprometer o crescimento vegetal, afetando o crescimento radicular e influenciando, de diversas formas, na absorção e disponibilidade de nutrientes, sendo por isso um dos fatores que mais limitam o desenvolvimento das plantas (Mauri et al., 2004; Silva et al., 2004; Zonta, 2003; Mello et al., 2004.; Chagas et al., 2004.). Logo a manutenção de níveis baixos ao longo do tempo pode garantir a produtividade das pastagens. Os níveis de alumínio (Al) na área podem ter se mantidos baixos em função da faixa de pH observada (Bissani, 2004), e a forma de manejo pode influenciar a acidez e a disponibilidade de alumínio. Isso inclui também características como o aporte de resíduos vegetais, que pode elevar a quantidade de alumínio complexado (Mello et al., 2004).

Quanto aos níveis de cálcio mais magnésio (Ca+Mg), na área dos tratamentos, estes oscilaram entre 1,4 e 4,8  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . No entanto, a maior parte dos valores esteve entre 1,0 e 3,0  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , sendo assim, os níveis de cálcio mais magnésio podem ser classificados como sendo médios. O que demonstram que houve uma manutenção nos níveis de cálcio e magnésio na área, pois quando comparados com os valores encontrados no início do projeto, estes se mantiveram semelhantes e dentro da mesma faixa de classificação.

**Tabela 20.** Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, parâmetros adotados pelos laboratórios do estado, adaptado de Almeida et al. (1988). Valores em meq /100 mL

Nível	Alumínio (Al)	Cálcio +magnésio (Ca+Mg)
Baixo	0-0,3	0-2,0
Médio	-	2,1-6,0
Alto	> 0,3	6,1-10,0
Muito alto	-	> 10,0

Esta avaliação indica que as adubações e o manejo na área experimental foram eficazes em manter os níveis de bases na área, pois os cátions do solo como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  podem ser levados pela ação das chuvas ou serem lixiviados (Tedesco & Bissani, 2004), sendo assim, a prática adotada e a correta manutenção dos níveis de fertilidade favoreceu a manutenção destes nutrientes no solo.

O suprimento de cálcio e o magnésio, bem como a sua correta administração no solo, são importantes para a manutenção de plantas forrageiras. Estas produzem de forma mais eficaz quando os teores de cálcio no solo estão em níveis que atendam seu requerimento, e então estas são capazes de produzir eficientemente até em situações onde ocorrem níveis críticos de  $\text{Al}^{3+}$  no solo (Cantarutti et al., 2004; Hurtado et al., 2004).

Desta forma quanto aos parâmetros que refletem a acidez no solo como pH, Al e Ca+Mg, pode se dizer que estes estiveram estáveis e foram semelhantes entre as áreas dos tratamentos. Então, aparentemente, não houve perdas ou diminuição que indicasse um avanço no processo de degradação na área, o que reflete em um indicativo da possibilidade de sustentabilidade do sistema de pastagens na área. Já que se deve levar em conta que a perda de nutrientes e acidificação são processos de degradação do solo, onde estas perdas comprometem a produtividade e a sustentabilidade dos vegetais em áreas de pastagens (Dias Filho, 2003).

Uma avaliação global dos dados demonstra que, quanto aos parâmetros que podem indicar uma acidificação do solo, que refletiriam uma continuidade no processo de degradação dos solos e da pastagem, houve, no tempo de estudo, estagnação.

Quanto aos níveis de potássio (K) nas áreas dos tratamentos da fazenda Pau Ferro, os valores variaram entre 0,62 e 0,02  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Em sua maioria os níveis tenderam a permanecer abaixo de 20  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Nas profundidades abaixo de 0-30 cm os valores permaneceram inferiores a 0,20  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , e os valores mais constantes foram entre 0,10 e 0,02 (7,9 e 39 ppm), considerados baixos, na maior parte dos dados avaliados (Tabela 21).

**Tabela 21.** Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, com extrator duplo-ácido, adaptado de Almeida et al. (1988).

Nível	ppm de P	ppm K
Baixo	0-10	0-45
Médio	11-20	46-90
Alto	21 -30	91-135
Muito alto	> 30	> 135

Os níveis de fósforo encontrados nas áreas dos tratamentos, diferiram de forma significativa ( $P>0,05$ ) entre as áreas, sendo assim, sua dinâmica e sua distribuição em função

das áreas dos tratamentos ocorreu de forma diferenciada. Os valores oscilaram entre 0,1 a 12,3 mg kg<sup>-1</sup> para a área do tratamento Braquiária, 0,85 a 16,4 mg kg<sup>-1</sup> para a área do tratamento Tifton 85 e 0,35 a 12 mg kg<sup>-1</sup> para a área do tratamento Suázi. Desta forma, os níveis de P avaliados podem ser considerados baixos para todas as áreas (Tabela 21). Em relação aos dados obtidos no período inicial do estudo, os valores de fósforo e potássio apresentaram um aumento, provavelmente do efeito da adubação e do manejo (Tempo zero).

O melhor manejo dos animais, comparado ao período que antecedia os estudos, também pode ter influenciado a distribuição e o incremento dos nutrientes através de lotações menores e mais controladas, onde uma melhor distribuição dos dejetos (urina e fezes) destes pode ter contribuído, pois como se sabe estes dejetos podem conter boas quantidades de nutrientes como o P e o K e N (Kiehl, 1985; Dias-Filho, 2003; Evangelista & Lima, 2004). No entanto apesar da manutenção e incremento do P e do K na área, os dados não mostraram alteração da classe de fertilidade.

A dificuldade em se aumentar os níveis destes elementos, pode estar também relacionada a características intrínsecas a dinâmica destes nutrientes na solução do solo (Meurer, 2004). No caso do potássio, mudanças de classes podem ser influenciadas por características como mineralogia do material de origem, grau de intemperização, a CTC, textura do solo, pH e características das plantas cultivadas (Meurer & Inda Jr., 2004). Já, a disponibilidade do fósforo, parece estar relacionada a processos onde ocorrem reações deste com a fase sólida do solo, em função de características como pH e composição do solo; (Anghinoni & Bissani, 2004).

Quanto ao carbono orgânico (C<sub>Org</sub>) no solo, os dados não mostraram variação significativa ao longo das coletas realizadas, e os valores variaram entre 5,3 e 16,5 g kg<sup>-1</sup>. No entanto, na maior parte dos dados analisados, os valores de C<sub>Org</sub>, apresentaram-se, abaixo de 10 g kg<sup>-1</sup>, e foram classificados como baixos (Tabela 22).

**Tabela 22.** Interpretação dos resultados de análises de rotina no Estado do Rio de Janeiro, parâmetros adotados pelos laboratórios do estado, adaptado de (Almeida, et al. 1988).

Nível	Carbono orgânico (C.org; g kg <sup>-1</sup> )
Baixo	< 10
Médio	10-20
Alto	> 20

Os níveis de matéria orgânica podem ser aumentados, através da maior deposição de resíduos em superfície, onde estes resíduos são submetidos à decomposição parcial pela mesofauna e posteriormente, ação decompositora dos microrganismos. Parte do carbono presente nos resíduos é liberada para a atmosfera como CO<sub>2</sub> e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica, como um componente do solo (Bayer & Mielniczuck, 1999).

Em relação ao nível inicialmente encontrado nas áreas, pode-se dizer que, os níveis de carbono orgânico (C<sub>Org</sub>) no solo tiveram ligeiro aumento, principalmente quando se avalia a camada de 0-0,3 m. Estes resultados podem estar demonstrando um possível efeito do manejo, pois áreas de pastagens podem apresentar decréscimo nos níveis de carbono orgânico, ou então, não apresentar diferenças nos níveis dos mesmos ao longo de alguns anos (Lilienfein, 2003), bem como, podem ter comportamento diferenciado (acúmulo ou perda) quando se utilizam diferentes sistemas de cultivo ou cultivos consorciados com áreas de pastagens (Jantalia, 2006).

Sendo assim, pode-se constatar que o sistema pastoril implantado na área da Fazenda Pau Ferro contribuiu para a manutenção e incremento dos níveis de carbono orgânico no solo



(C<sub>Org</sub>). As diferenças no regime de corte bem como mudanças no sistema de pastejo causaram crescimentos diferenciados nas plantas, levando assim a uma diferenciação na produção da parte aérea dos vegetais, onde as relações entre o crescimento de raízes, parte aérea das plantas e resíduos de materiais senescentes, são modificadas em função do tipo de manejo e da altura de corte das pastagens (Pinto et al., 2001).

Cordeiro (2005) em estudo nesta mesma área, no período de agosto de 2004 a agosto de 2005, demonstrou que atributos como a distribuição do peso de agregados em função das classes de tamanho, em especial na classe > 2,0mm, e o teor de carbono orgânico foram indicadores sensíveis aos efeitos dos tratamentos, tipos de gramíneas e sazonalidade.

Desta forma, levando-se em conta o fato de que as características morfogênicas do relvado são responsáveis pelas variações que ocorrem na estrutura de pastagem, (Pinto et al. 2001), e que a degradação de pastagens pode ser caracterizada por um menor estoque de carbono do compartimento de resíduos vegetais (Freitas et al., 2000), pode-se concluir que o nível de carbono orgânico (C<sub>Org</sub>) encontrado nas áreas dos tratamentos, refletiu o seu manejo. Sendo a mudança no sistema de desfolha mantida pela rotação dos animais nas áreas dos tratamentos, um dos modos de influenciar os níveis de carbono orgânico no solo ao longo do período de estudo.

Uma análise global dos dados de fertilidade do solo, obtidos na área experimental da Fazenda Pau ferro, permitem afirmar que, na maior parte das coletas, os dados não apresentaram diferenças que pudessem determinar um maior nível de fertilidade no aspecto químico de uma área em relação à outra, sendo a maior diferença observada para o fósforo.

As diferenças nos parâmetros de fertilidade avaliados em profundidade, encontradas entre as áreas em algumas épocas de coleta, podem estar relacionadas ao fato das áreas apresentarem diferenças em função de características próprias. As diferenças na topografia e no ponto de coleta podem ter causado estas variações, pois o solo é formado a partir de materiais de origem que podem variar em função da posição do relevo para um dado clima e vegetação, influenciando assim a distribuição de nutrientes (Lepsch, 2002; Meurer, 2006).

### **3.6. CONCLUSÕES**

As adubações e o manejo das pastagens nas áreas dos tratamentos foram eficientes na manutenção das condições químicas no ambiente edáfico, podendo assim, diminuir a velocidade no processo de degradação do solo na área.

As áreas dos tratamentos apresentaram-se semelhantes, no que se refere aos atributos de fertilidade do solo, sendo este um indicativo da eficiência do manejo rotacionado adotado na distribuição dos nutrientes e na manutenção dos níveis de fertilidade na área.

## **4. CAPITULO II**

### **DENSIDADE RADICULAR E FITOMASSA AÉREA DE UMA PASTAGEM PLANTADA NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

0

#### 4.1 RESUMO

Os sistemas radiculares estão envolvidos em importantes processos da relação solo-planta, como absorção iônica e exudação de compostos, agregação do solo e formação e estabilização de microagregados e bioporos. Essa dinâmica é importante em modificações químicas na rizosfera, que podem resultar no aumento da disponibilidade de nutrientes e sustentabilidade do sistema. O experimento foi implantado na fazenda Pau-Ferro, no município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, no período de abril de 2002 a maio de 2006. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho das espécies forrageiras, através do crescimento vegetal, com destaque na distribuição temporal e espacial e em profundidade da massa seca radicular. A área do experimento foi localizada em solo Argissolo Vermelho – Amarelo, em relevo forte – ondulado. Ela foi dividida em 3 módulos ou piquetes, com 3 parcelas, de cerca de 2 ha cada. Em cada parcela foi implantada uma espécie forrageira, sendo que na primeira parcela foi implantada a Braquiária (*Brachiaria brizanta*), na segunda a espécie Tifton 85 (*Cynodon* spp.), e na terceira parcela foi cultivado a espécie Suázi (*Digitaria swazilandensis*). Em cada parcela foram realizadas 9 coletas no período experimental, no período chuvoso e no período de seca em cada ano. As amostragens foram feitas em trincheiras, em número de 3 por parcela experimental, localizadas no terço superior, médio e inferior da encosta. A coleta de raízes nas trincheiras foi realizada, em uma de suas paredes, com auxílio de monólitos metálicos, sendo obtidas amostras nas profundidades de 0-0,1m, 0,1-0,2m, 0,2-0,3m, 0,3-0,4m, 0,4-0,5m, 0,5-0,6m e 0,6-0,7m. Também foram coletadas amostras de parte aérea das gramíneas, com auxílio de um gabarito de 25 cm de lado, para a determinação da massa seca de parte aérea. Foi observado que o desenvolvimento do sistema radicular manteve-se semelhante, sem diferenças significativas entre as espécies e ao longo do período avaliado. Entretanto, os dados de fitomassa de parte aérea indicam que o crescimento vegetal das forrageiras diminuiu ao longo do tempo, o que sugere a retomada de um processo de degradação das pastagens, indicando a necessidade de renovação. Práticas adequadas de manejo da fertilidade, além da re-avaliação das taxas de lotação, podem recompor a qualidade dos solos e das pastagens, sendo necessários outros estudos para definir o melhor potencial de uso para o solo e condição de declive da área.

**Palavras-chave:** Sistema radicular. Produção de biomassa. Manejo de pastagens.

## 4.2 ABSTRACT

The root systems are involved in important processes of soil-plant relationship, such as ionic absorption, exudation of composts, soil aggregation, and micro aggregate and biopores formation and stabilization. This dynamics is important for chemical modifications in the rhizosphere, which may result in increasing nutrients availability and the sustainability of the system. This study was placed at Pau Ferro farm, in Itaperuna County, northwest region of Rio de Janeiro State, and it was carried through from April 2002 to May 2006. It had as objective to evaluate the growth of fodder grasses, with emphasis on temporal and soil depth distribution of dry root mass. The experiment site was set in a Yellow – Red Ultisol, on a strong undulating slope. It was divided into 3 modules or plots, with 3 parcels, of about 2 ha each. In each parcel a grass species was introduced, being in the first parcel the Braquiaria (*Brachiaria brizanta*), in the second Tifton 85 (*Cynodon* spp.), and in the third Suazi (*Digitaria swazilandensis*). A total of 9 samplings were carried out in the period of study, in the rainy and in the dry seasons of each year. Samples were taken in soil pits, three for each plot, placed at the upper, medium and lower thirds of the slope. Root samples were taken from one of the walls of each soil pit, using a metallic monolith, in the depths of 0-0.1m, 0.1-0.2m, 0.2-0.3m, 0.3-0.4m, 0.4-0.5m, 0.6-0.7m. Samples of the aerial part also were collected, with aid of a square mold of 25cm side, for dry mass of aerial part determination. The results indicated that the species studied had similar development, not differing statistically in the root growth among the species and along the time of the experiment. However, the data on production of aerial part biomass showed a reduction with time, which suggests the beginning of a degradation process of the pastures, indicating the need for their renovation. Adequate practices of fertilization management, besides re-evaluating the animal ratio capacity, may renovate the soil and pastures quality. Other studies are necessary to define the best usage for the soil and slope conditions of the area.

**Key words:** Root systems. Biomass production. Pasture management.

### 4.3. INTRODUÇÃO

Os sistemas radiculares estão envolvidos em processos que interferem na relação solo-planta podendo-se evidenciar os relacionados aos mecanismos de natureza bioquímica, como absorção iônica e exudação de compostos diversos (Zonta, 2003), e biofísica, através da estruturação do solo e da participação na formação e estabilização de microagregados e bioporos (Tisdall, 1996; Doormar & Foster, 1971; Vogt et al., 1998; McCully, 1999).

A atividade agrícola é de extrema importância na produção de modificações químicas na rizosfera, que podem resultar no aumento da disponibilidade de nutrientes e na redução da atividade de elementos potencialmente tóxicos pela sua ligação direta com a eficiência na absorção e utilização de nutrientes (Baligar e Duncan, 1990; Fernandes e Rossiello, 1995; Zonta, 2003).

A distribuição das raízes em profundidade influencia a hidrologia, a biogeoquímica e a produtividade primária dos ecossistemas terrestres (Jackson et al., 1999; Brasil, 2001 e 2005). A profundidade de enraizamento, por sua vez, é muitas vezes influenciada por características sazonais (períodos secos e chuvosos), quando em alguns casos supera a profundidade de 1,0 m, proliferando em abundância nos primeiros 0,4 m (Rocha Filho et al., 1996; Oliveira, 2000; Brasil, 2005). A distribuição de raízes de algumas espécies de gramíneas forrageiras pode influenciar características físicas no solo, descompactando-o e penetrando em horizontes sub-superficiais argilosos (Clark et al., 1998; Camargo Filho, 1999; Jarvis, 1999), aumentando assim a capacidade de captura e reciclagem de nutrientes, anteriormente lixiviados e alocados em maior profundidade (Boddey et al., 1996; Foy, 1997).

Os sistemas radiculares também estão envolvidos em processos biológicos de natureza simbiótica, através da associação com organismos do solo, como fungos micorrízicos e bactérias. Estas relações entre estes organismos envolvem desde a fixação biológica de nitrogênio até processos de melhoria da absorção de nutrientes (Tisdall, 1996; Olivares, 1997; Siqueira e Moreira, 1997; McCully, 1999; Pacovsky, 1999; Canadell et al., 1996). Em particular, esta característica é bastante efetiva em algumas espécies de gramíneas forrageiras tropicais, notoriamente no gênero *Brachiaria brizanta* (Howeler et al., 1987, Siqueira e Moreira, 1997). De acordo com Boddey e Victoria (1986), espécies como *B. decumbens* e *B. humidicola* podem suprir parte do seu requerimento em N através de processos de fixação associativa de N<sub>2</sub>. A magnitude deste sistema pode chegar à ordem de 5-7 kg N/ha por mês durante a estação chuvosa (Boddey et al., 1996).

Aos sistemas radiculares também tem sido atribuído o importante papel na dinâmica do ciclo global do carbono (Fisher et al. 1994), tendo as áreas de pastagem destaque, pois as mesmas têm potencial para acumular carbono em camadas mais profundas, num processo conhecido como “seqüestro de carbono” (Brasil, 2001). Desta forma a introdução de espécies forrageiras com sistema radicular denso e profundo, poderia ser usada para seqüestrar e redistribuir carbono mais profundamente no perfil do solo (Nepstad et al., 1991), e esta estratégia poderia constituir uma importante ferramenta no controle das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, podendo evitar assim o fenômeno conhecido como “efeito estufa” (Fisher et al., 1994).

A validação desta forma de seqüestro de carbono da atmosfera ainda é complexa, pois supõe a quantificação dos possíveis destinos do fluxo de carbono alocado às raízes em reposta à elevação dos níveis atmosféricos de CO<sub>2</sub> (Batjes & Sombroek, 1997). Sendo assim, a

validação desta hipótese necessita de dados deste ecossistema como: “turnover” de raízes finas, desenvolvimento de associações micorrizicas, exudação radicular e a quantificação da atividade de outros microorganismos do solo (Brasil, 2001; Berbara, et al., 2006).

A quantificação destes parâmetros apresenta dificuldades metodológicas, principalmente no estudo de raízes, onde dados que parametrizam características como a exudação radicular e a decomposição de raízes mortas *in situ* (Van Noordwijk e Gein, 1996; Vogt et al, 1998) são ainda escassos (Urquiaga et al., 1998; Rossiello et al., 1999).

Diversos estudos relativos ao sistema radicular, bem como da dinâmica de seu crescimento, são encontrados na literatura, onde se empregam novas ferramentas de estudo. Nestes estão incluídos métodos de avaliação, que vão desde metodologias simples de coletas, com monólitos metálicos, anel volumétrico e observações no perfil de solo, até avaliações digitais de imagens geradas por scanners e métodos de estudos em campo com aparelhos de observação, onde tubos transparentes de acesso ao solo, são acoplados a vídeo câmeras digitais (“minirhizotrons”) (Brasil, 2001; Stafanato, 2002; Brasil, 2005; Bonh, 1979), o que possibilita observações em tempo real.

Estes estudos ressaltam também a importância de se medir raízes, para entender a recuperação de áreas degradadas de pastagens, bem como da importância da dinâmica que esta estrutura vegetal tem no manejo e na conservação do solo.

Estima-se que apenas 10% dos trabalhos mundiais em pastagens abordam a medição da biomassa subterrânea (Scurlock e Hall, 1998), e que a maior parte das avaliações em pastagens são feitas em função de medições da parte aérea dos vegetais. Portanto, com dados limitados surgem avaliações pontuais de raízes, onde não são considerados os efeitos de variações sazonais sobre a produção da massa radicular total (Brasil et al., 2001).

Assim, estudos de raízes com observações *in situ* são considerados atualmente importantes e podem gerar dados relevantes para o manejo e adubação de lavouras, aplicação de pesticidas no solo, tratos culturais, densidade de plantio, irrigação, cultivos intercalares e até na arborização de áreas urbanas, já que o seu estudo é fundamental para o entendimento das relações existentes entre esta estrutura vegetal e a absorção de nutrientes e água (Zonta et al. 2006).

Ainda não pode ser negligenciado o efeito da lotação de animais no impacto do sistema produtivo e no crescimento dos vegetais, visto que a diminuição da produção da parte aérea, em função desta lotação, pode ser acompanhada da drástica redução do sistema radicular da planta forrageira, no tempo e em profundidade, reduzindo a ciclagem (Meirelles 1993).

Estudos em clima temperado, também demonstram que o efeito da herbivoria pode causar a diminuição da biomassa radicular, modificar sua morfologia e arquitetura, bem como interferir na exportação de fotoassimilados, limitando assim a respiração e o crescimento das raízes, e conseqüentemente os processos de absorção iônica e síntese de citoquininas (Bardgett et al., 1998, Robson et al., 1988). No mesmo sentido o pastejo intensivo está associado a uma menor deposição de serrapilheira (Boddey et al., 1993), que pode influenciar a dinâmica da rebrota vegetal e o crescimento de raízes.

A produtividade das pastagens, bem como o crescimento radicular, pode ser influenciada também pela limitação de nutrientes como o nitrogênio (N) e o fósforo (P). Em particular, o P é considerado como um dos principais nutrientes envolvidos na limitação do crescimento e produtividade de pastagens de braquiária em solos ácidos (Sanchez & Salinas, 1981). No entanto, os níveis destes nutrientes são naturalmente limitantes em solos brasileiros e por isso o estudo da dinâmica de absorção pelo conhecimento do crescimento radicular, e das reais necessidades do fósforo pelas plantas, são fundamentais para o estabelecimento e desenvolvimento de diversos gêneros de gramíneas forrageiras ( Mesquita et al., 2004; Rao et al., 1996; Mackay & Barber, 1986).

Já o nitrogênio pode ser limitante para as pastagens, mesmo quando outros fatores não o sejam (Fernandes & Rossiello, 1986). De acordo com Urquiaga et al. (1998), citado por Brasil (2001), o declínio produtivo da pastagem após alguns anos pode resultar de uma ciclagem muito lenta de uma grande fração da massa radicular, conduzindo a conservação ou acumulação de carbono no solo, promovendo em contra partida, aumento da imobilização do N mineral, reduzindo drasticamente a disponibilidade de N em longo prazo para as plantas.

Sendo assim, o estudo envolvido neste capítulo, tem como objetivo avaliar o desempenho das espécies forrageiras implantadas no ambiente de relevo declivoso, no que se refere aos aspectos do crescimento vegetal, com destaque para a distribuição temporal e espacial, e em profundidade, da massa seca radicular de Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*) Suázi (*Digitaria swazilandensis*).



### 4.3. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental Upepade ? 5, na fazenda Pau-Ferro do município de Itaperuna-RJ, a descrição da região, bem como o delineamento experimental dos tratamentos citados neste capítulo, estão descritos no Capítulo I.

#### 4.3.1. Abertura das Trincheiras e Coleta de Amostras

A abertura das trincheiras foi feita no terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI) da encosta, em cada parcela experimental. As trincheiras (Figura 10) com 1,2 m de profundidade x por 1,5 de largura, foram abertas de forma manual. Logo após a abertura, foi nivelada uma das paredes, com pá reta, para a coleta de solo e raízes, de acordo com Böhm (1979) e adaptado por Brasil (2001). As coletas foram feitas com monólito metálico (0,1 x 0,2m), que foi posicionado na parede nivelada e golpeado até atingir a profundidade desejada, com auxílio de uma marreta (2 kg). Para retirar a amostra, utiliza-se uma faca de campo. A amostra tem um volume de 1,0 dm<sup>3</sup> (0,1 x 0,2 x 0,05 m). Após a coleta ela é acondicionada em sacos plásticos para transporte e posterior processamento para análises (Brasil, 2001).

As amostras de solo e raízes foram retiradas nas profundidades de 0-0,1 m, 0,1-0,2 m, 0,2-0,3 m, 0,3-0,4 m, 0,4-0,5 m, 0,5-0,6 m, 0,6-0,7 m. Foram feitas duas repetições (R1 e R2) em cada trincheira, totalizando 14 amostras por trincheira e 42 amostras por tratamento.



**Figura 10.** Trincheira aberta na área experimental da Fazenda do Pau-Ferro, município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

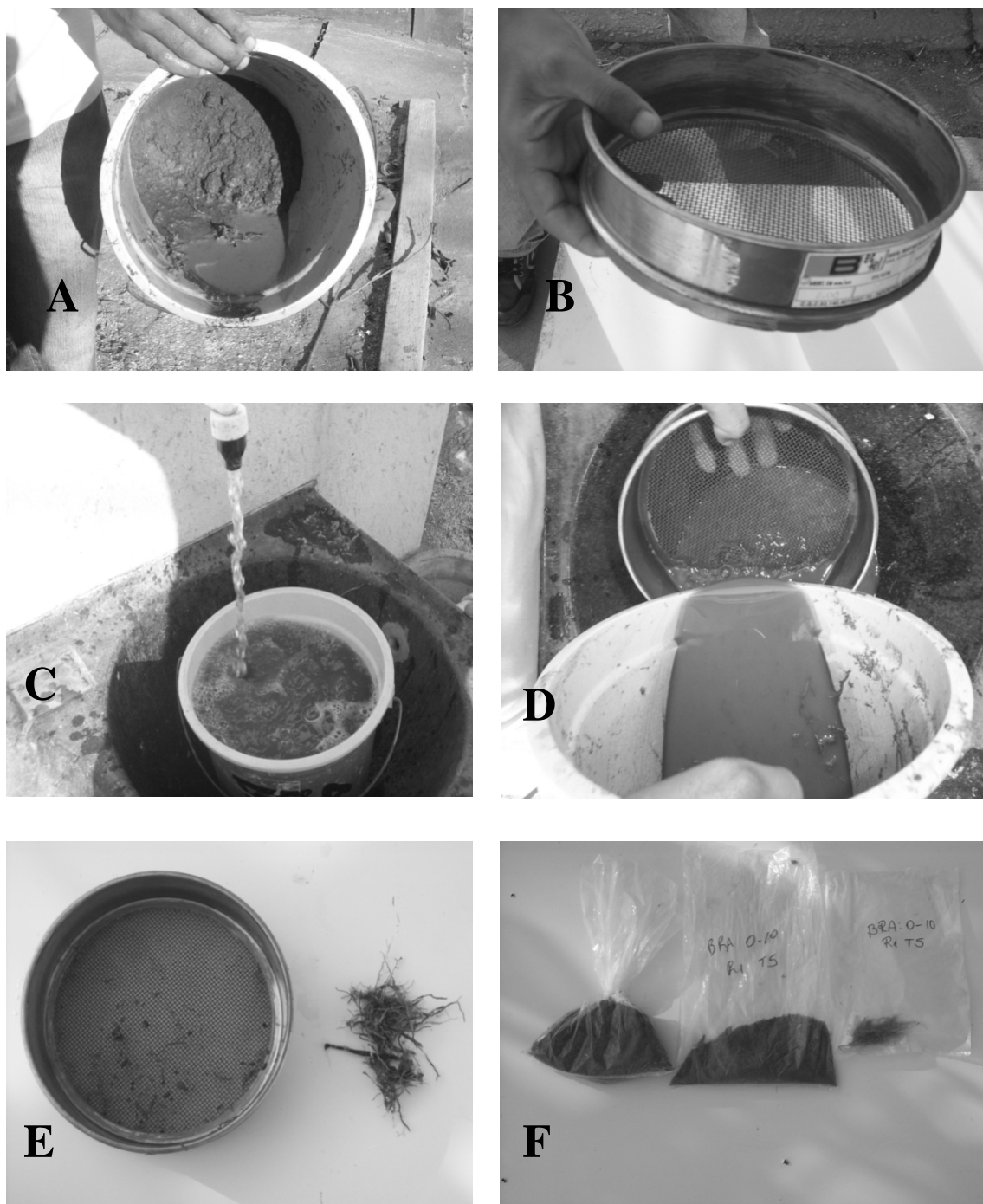
#### 4.3.2. Separação das Raízes

Os procedimentos a seguir são baseados na técnica de decantação-flotação proposta por Schuurman e Goedewaagen (1991) e adaptada por Brasil (2001).

No laboratório, as amostras foram retiradas dos sacos plásticos e separaram-se sub-amostras para análises de fertilidade de solo. Após este procedimento, a amostra de solo contendo raízes foi acomodada em baldes de 10 litros, onde foi adicionada água para lavagem das raízes (Figura 11). O material foi agitado de forma manual, obtendo-se um sobrenadante de raízes, que foi capturado com peneira de 2 mm. Neste processo são excluídos pedaços de madeira, liteira, e outros materiais que possam contaminar a amostra de raízes. O procedimento foi repetido até que se retirassem todas as raízes da amostra. Esse procedimento foi repetido em cinco ciclos de lavagem e peneiramento da amostra (Brasil, 2001).

Após a lavagem as raízes foram colocadas em sacos de papel (15x 8 cm) e levadas para estufa a 65°C, a ser deixadas até adquirir peso constante. Após o que foram pesadas em balança analítica, com precisão de quatro casas decimais, acondicionadas em saco plástico,

identificados o tratamento, a profundidade e repetição, e reservadas para posterior análise.



**Figura 11.** Procedimento de lavagem de raízes. A - Balde padrão de 10 litros com amostra de solo; B - peneira de 2 mm; C - lavagem do material; D – peneiragem; E - peneira com material (raízes) coletado; F - embalagens contendo material de coleta de campo, amostra para análise de fertilidade e raízes coletadas no procedimento.

#### 4.3.3. Coleta da Parte Aérea

A parte aérea das pastagens foi coletada com o auxílio de tesoura de poda, de forma manual e ao acaso dentro da área experimental de cada tratamento. Foram feitas cinco repetições por terço (TS, TM e TI), e a área de coleta era de 20 x 20 cm. Imediatamente após

o corte da parte aérea, hastes e folhas foram acondicionadas em sacos de papel (40x 20 cm). No laboratório, a amostra de parte aérea foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 65-70° C, até peso constante, para obtenção da massa seca da fitomassa aérea.



**Figura 12.** Coleta de material da parte aérea (20 x 20 cm), na Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna -RJ.

#### **4.3.4. Análise dos Teores de N, P e K da Biomassa Radicular**

Para se determinar o teor de nutrientes (N, P e K) da biomassa radicular, as amostras secas foram trituradas em moinho tipo Wyllei, e posteriormente digeridas por via úmida (digestão sulfúrica) de acordo com o preconizado por Tedesco et al. (1995).

Para tal, pesou-se 0,200 g de amostra, que foi colocada em tubo de digestão e adicionou-se 1ml de água oxigenada ( $H_2O_2$ ), 2ml de  $H_2SO_4$  e 0,7 g de mistura catalizadora. As amostras foram então colocadas em um bloco digestor a 160-180<sup>o</sup> até evaporar a água, aumentando-se a temperatura para 350-375<sup>o</sup>. Após o clareamento da solução (cor amarelo-esverdeado) esta temperatura foi mantida por 1 hora. Ao término deste período retirou-se os tubos do bloco digestor e após esfriarem o volume foi completado para 50 ml, para determinação de N, P e K, de acordo com Tedesco et al. (1995).

#### **4.3.5. Avaliação dos Dados**

O modelo experimental utilizado para avaliação entre e dentro dos tratamentos, foi o inteiramente casualizado, sendo consideradas como repetições as coletas em cada parcela experimental.

Inicialmente se utilizariam as coletas feitas em cada terço (de cada tratamento) como repetições, sendo consideradas apenas duas repetições por terço da encosta (TS, TM e TI) para cada profundidade avaliada e dentro da seção amostrada 0-0,7 m. Sendo feita desta forma, a avaliação seria em função da posição do relevo e não da área como um todo. Já que as duas repetições, em cada terço e dentro de cada tratamento, seriam avaliadas individualmente por terço, ou seja, cada terço dentro de cada tratamento teria uma avaliação, e as comparações entre os tratamentos seriam feitas por terços e não considerando a área como um todo. No entanto, devido ao baixo número de repetições (duas por terço R1 e R2) e a alta variação mostrada nos dados, decidiu-se que a área seria considerada como um todo para que as variações ocorridas entre os tratamentos pudessem ser melhor observadas e avaliadas por ferramentas estatísticas.

Quanto à avaliação da distribuição radicular, esta foi feita em função da profundidade na seção do perfil de solo de 0-0,7 m, a cada 0,1 m, onde se procurou avaliar, através da massa seca, a distribuição em porcentagem e a massa acumulada em função de cada tratamento e por época de coleta.

## 4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.4.1. Avaliação da Distribuição Radicular

Para o estudo da distribuição da massa radicular na área de estudo da fazenda Pau-Ferro foram consideradas as massas secas obtidas ao longo dos 0,7 m de profundidade, considerando-se que assim seria possível observar diferenças no crescimento das espécies plantadas na área, de forma que, as diferenças no padrão de crescimento radicular pudessem refletir o comportamento das espécies e sua interação com o regime de chuva característico da região. Os dados também foram comparados em termos de distribuição percentual por profundidade entre os tratamentos.

Os dados mostram que o crescimento radicular em profundidade (considerando a seção de solo de 0 a 0,7 m) apresentou diferenças no padrão de crescimento em função da sazonalidade, independente de maior ou menor precipitação (Figura 13a). Quando os mesmos dados são avaliados individualmente, agrupados em função da influência da época chuvosa e da época seca, as diferenças se tornam mais marcantes entre os períodos de seca e de chuva (Figura 13a e 13b).

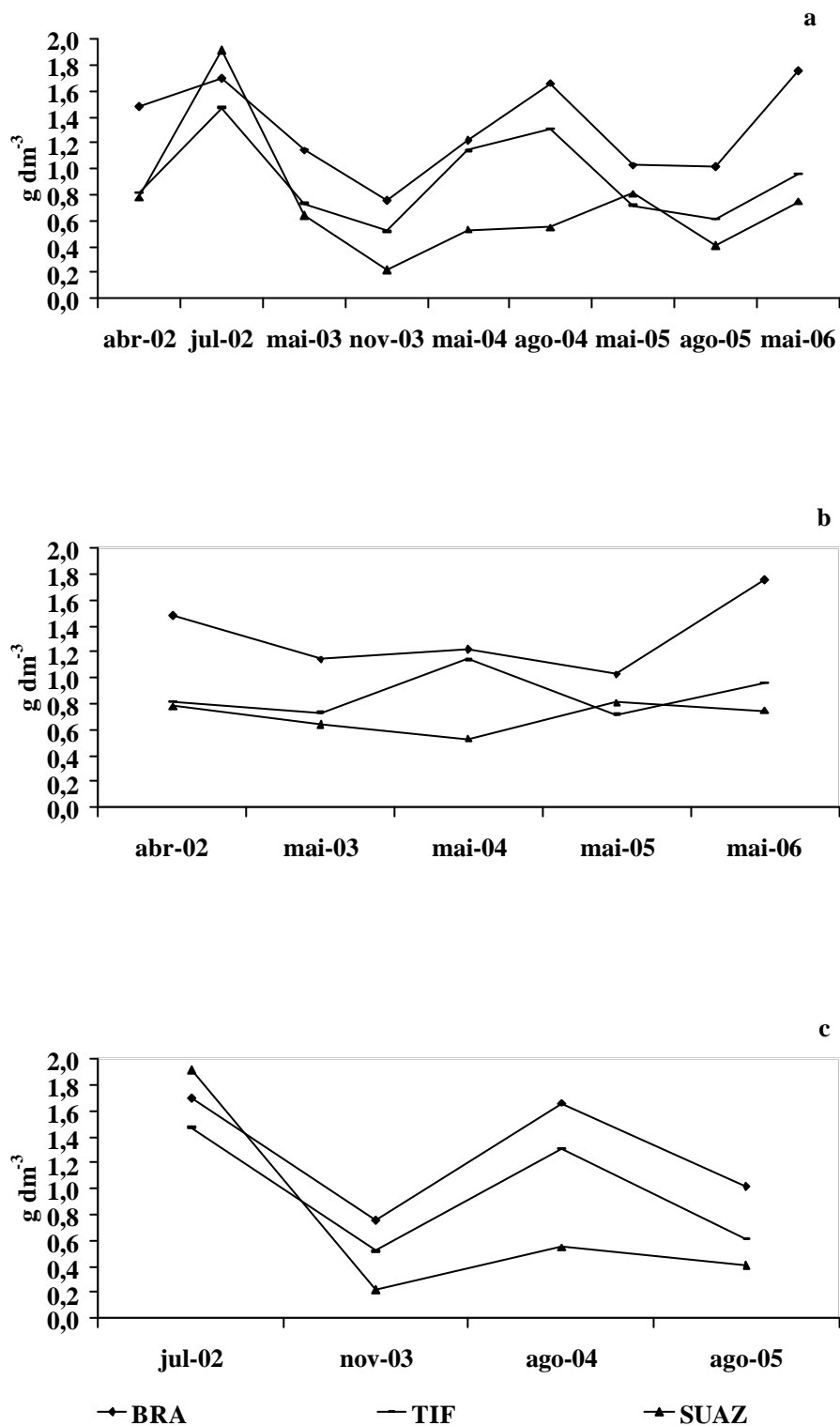
Estes resultados corroboram com o entendimento de que a dinâmica no crescimento radicular, sujeita às diferenças climáticas ao longo do ano, resulta de uma estratégia diferenciada das espécies forrageiras, objetivando alterar a eficiência de uso de água e nutrientes do solo, ou seja, tem seu crescimento controladas por regimes de maior e menor disponibilidade de água no solo (Brasil, 2001; Boddey et al., 1993).

As diferenças na distribuição sazonal da massa seca radicular (Figura 13) demonstram que as variações entre os períodos de chuva e de seca resultaram, para todas as espécies estudadas, uma mesma tendência. Dentro de um mesmo efeito sazonal (chuva ou seca), os valores tenderam a ascensão e queda da massa seca radicular quando avaliados ao longo dos anos de estudo. Observando-se mais detalhadamente, os dados indicam que para o ano seguinte, se considerada a mesma e determinada época amostral, a massa seca radicular foi reduzida causando um movimento oscilatório, que é bem caracterizado nos gráficos da Figura 13 (b e c). Este padrão é mais enfático nos períodos de seca (Figura 13 c).

Particularmente, os valores apresentados pela Braquiária (*Brachiaria brizanta*) oscilaram entre 1,8 e 1,0 g de raiz por  $\text{dm}^{-3}$  de solo, os de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) apresentaram valores entre 1,1 e 0,7 g de raiz por  $\text{dm}^{-3}$  de solo, e os da espécie Suázi (*Digitaria swazilandensis*) oscilaram entre 0,8 e 0,5 g de raiz por  $\text{dm}^{-3}$  de solo. Esta última, foi a que apresentou menor variação entre as coletas, no que se refere aos valores de massa seca radicular para o período de chuva (Figura 13 b).

Ao contrário, no período de seca (Figura 13 c), os valores de massa radicular encontrados para a espécie Suázi mostraram maior oscilação que nas demais espécies, ao longo das coletas feitas nesta época. A forrageira Suázi apresentou variação de 1,9 a 0,2 g de raiz por  $\text{dm}^{-3}$  de solo, enquanto que as espécies Braquiária (*Brachiaria brizanta*) e Tifton 85 (*Cynodon spp.*) apresentaram, respectivamente, oscilações de 1,7 a 1,0 g de raiz por  $\text{dm}^{-3}$  de solo e 1,5 a 0,6 g de raiz por  $\text{dm}^{-3}$  de solo. A Braquiária foi a espécie que apresentou para o período de seca a menor variação entre as coletas.

Quando se observou a distribuição da massa seca radicular em profundidade ao longo de todo o período experimental (Figura 13 a), constatou-se que, a massa seca radicular das espécies, tendeu a variar de forma semelhante em termos de aumentos e reduções, porém com diferenças quanto a magnitude.



**Figura 13.** Biomassa radicular de Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m. Onde: (a) representa distribuição em todas as coletas, (b) os meses com influência de período chuvoso, e (c) os meses com influência de período seco

No período inicial, de abril de 2002 a maio de 2003, houve uma variação mais pronunciada nos valores da massa seca radicular do que nos anos subsequentes de estudo. Essa característica pode estar associada a uma estratégia inicial de estabelecimento das espécies, bem como a fatores como o manejo dos animais, já que os mesmos foram introduzidos na área no ano de 2003, período a partir do qual a massa seca radicular passou a oscilar de forma menos acentuada ao longo do período subsequente (Figura 13 a). Isso é condizente com resultados de Meirelles (1993), Bardgett et al. (1998) e Robson et al. (1988), que afirmam que a lotação animal bem como os efeitos ambientais e a herbivoria podem interferir no crescimento da parte aérea vegetal, na dinâmica do crescimento radicular e na cobertura vegetal em pastagens.

Os picos de oscilação nos valores de massa seca radicular das espécies estudadas, também podem ser explicados em função das características químicas do solo, pois as mesmas podem ter influenciado as espécies forrageiras implantadas na área experimental, já que a disponibilidade de nutriente influencia o crescimento vegetal (Sanchez & Salinas, 1981; Fernandes & Rossiello, 1986; Urquiaga et al., 1998; Fonseca et al., 1997). Ainda, características como toxidez por alumínio, acidez e baixa disponibilidade de fósforo no solo, comprometem o crescimento vegetal e influenciam na absorção e disponibilidade de nutrientes (Mauri et al., 2004; Zonta, 2003; Chagas et al., 2004).

Sendo assim, os resultados dos parâmetros de fertilidade observados no período inicial do estudo, principalmente nas coletas entre abril de 2002 e novembro de 2003, podem ter influenciado a dinâmica do crescimento radicular, onde a acidez potencial e a disponibilidade dos nutrientes no solo, nas áreas dos tratamentos, podem ter modificado o crescimento vegetal neste período (Capítulo 1). Estas são apenas algumas possibilidades, visto que uma série de interações, entre o solo e o sistema radicular, podem interferir no desenvolvimento e no crescimento deste. De acordo com Cecato et al. (2006) a abordagem do problema deveria incluir diversos fatores, muitas vezes não mensuráveis, devido às restrições tecnológicas (Zonta, 2006).

Para os dados de distribuição temporal e espacial de massa seca radicular em profundidade, foram testadas as diferenças entre as espécies em cada época de coleta. Nesta avaliação os dados da massa seca radicular foram organizados de forma que pudessem ser feitas comparações da massa seca radicular por profundidade, a cada 0,1 m. A massa seca radicular foi avaliada também por profundidade em função de sua distribuição percentual, onde os valores de massa seca radicular em cada profundidade foram convertidos para sua relação percentual com base no total.

Esta avaliação é fundamental, pois a variabilidade temporal e espacial do sistema radicular de gramíneas pode ser relacionada a padrões de crescimento sazonais ligados ao clima, de acordo com Parsons (1988). Também se sabe que o crescimento radicular de gramíneas tende a variar em função da disponibilidade de nutrientes, podendo estes ser absorvidos em maiores quantidades, em função da disponibilidade de água, em períodos chuvosos, mas também quantidades significativas destes podem ser liberados através da decomposição de raízes mortas e serrapilheira (Brasil, 2001) do ciclo anterior. Boddey et al. (1993) relatam que sob condições quentes e úmidas, quando acontece a rebrota da pastagem, ocorre uma melhor absorção de N e outros nutrientes.

Outro aspecto importante do crescimento radicular em profundidade é que em condições onde a pastagem se encontra em processo de degradação a distribuição do sistema radicular se modifica. Logo, se houver melhoria em uma ou outra área estudada em função da espécie, seria possível visualizar através do padrão de crescimento radicular. Particularmente, a diminuição da produção da parte aérea na pastagem degradada é acompanhada da diminuição das raízes no perfil do solo em profundidade, gerando uma concentração de raízes próxima à superfície do solo (Muller et al., 2001).

Assim, procedeu-se neste estudo a determinação da variabilidade radicular em profundidade, de modo a demonstrar, de forma detalhada, o efeito do manejo da pastagem ou da espécie sobre a recuperação da área.

Os dados foram avaliados através de análise de variância, e quando apresentava diferença significativa entre as médias dos tratamentos utilizou-se o teste de média pelo Scott-Knott a  $P > 0,05$ . Quando os dados não apresentavam distribuição normal, eles foram transformados por  $\log X + 1$ , para atender aos princípios de distribuição normal e homogeneidade das variâncias necessárias à aplicação da ANOVA. O coeficiente de variação CV(%) para estes dados, em particular, apresentou grande variabilidade, entre 24% e 121%. A profundidade do solo que apresentou a maior oscilação de CV(%) foi à profundidade de 0,2-0,3 m, com 83% de oscilação entre os valores de CV(%). A profundidade de 0,3-0,4 m apresentou a menor oscilação entre as coletas (42%). As demais profundidades apresentaram valores entre 44 e 65% (Tabela 23).

**Tabela 23.** Dados de coeficiente de variação CV (%), de massa seca radicular nas espécies Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) para as coletas na Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna (RJ).

Profundidade m	CV (%) Coletas								
	abr-02	jul-02	mai-03	nov-03	mai-04	ago-04	mai-05	ago-05	mai-06
0-0,1	51	55	45	47	32	38	62	62	78
0,1-0,2	24	73	61	54	54	36	89	46	44
0,2-0,3	42	68	39	38	67	47	121	48	43
0,3-0,4	37	71	56	41	60	53	79	49	38
0,4-0,5	43	69	58	50	52	74	106	62	78
0,5-0,6	60	83	63	53	73	104	44	55	88
0,6-0,7	80	94	52	62	72	78	50	66	57

O CV(%) dos dados foi muito alto quando comparados a outros dados experimentais em ciências agrárias, segundo os padrões que são geralmente considerados: baixo quando  $CV < 10\%$ , médio quando  $10\% = CV < 20\%$ , alto quando  $20\% = CV < 30\%$  e muito alto quando  $CV = 30\%$  (Garcia, 2001). Entretanto, no caso de estudos com sistema radicular não é incomum encontrar resultados com CV de até 100% (Oliveira et al., 2000).

Os fatores explicam altos valores de CV nos estudos do sistema radicular de gramíneas podem estar relacionados a características de crescimento das espécies, ao manejo das espécies, ao regime diferenciado de chuva, a fatores físicos e químicos do solo e ao número de repetições nas coletas, e a própria dificuldade metodológica (Brasil, 2001; 2005).

Segundo Van Noordwijk (1987), o número de repetições em experimentos com pastagens deve ser de ao menos 25, para se detectar uma diferença de 22% entre duas médias, com um coeficiente de variação (CV) mínimo de 40%. No presente estudo o número de repetições foi reduzido (duas por trincheira e seis por tratamento) devido a dificuldade em se coletar um grande número de repetições em trincheiras, já que este método é destrutivo, e poderia então causar perdas de áreas produtivas, e, inviabilizar a obtenção de outros dados de interesse do projeto global na área da Upepade ? 5.

Quanto à distribuição percentual da massa seca radicular, não foi observada diferença significativa na maior parte dos tratamentos em profundidade (Tabela 24). Apenas as profundidades abaixo de 0,20 m apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, para a coleta realizada em abril de 2002. No entanto, por se tratar de um período inicial de

estabelecimento dos vegetais, este comportamento pode estar ligado à competitividade inicial entre as forrageiras, bem como a características individuais e estratégias de estabelecimento destas (Tabela 24).

**Tabela 24.** Dados de distribuição massa seca radicular em porcentagem por profundidade para as espécies Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), plantadas na Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna (RJ).

<b>Profundidade de Coleta</b>									
<b>Coleta</b>	<b>0-10 cm</b>			<b>10-20 cm</b>			<b>20-30 cm</b>		
	<b>Tifton</b>			<b>Tifton</b>			<b>Tifton</b>		
<b>Coleta</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>
<b>abr-02</b>	58 a*	32 a	56 a	24 a	20 a	17 a	8 b	17 a	6 b
<b>jul-02</b>	60 a	42 a	48 a	20 a	24 a	18 a	8 a	9 a	15 a
<b>mai-03</b>	49 a	51 a	58 a	21 a	13 a	13 a	10 a	11 a	10 a
<b>nov-03</b>	49 a	37 a	46 a	17 a	21 a	14 a	12 a	16 a	13 a
<b>mai-04</b>	54 a	45 a	58 a	22 a	23 a	17 a	13 a	9 a	10 a
<b>ago-04</b>	46 a	48 a	51 a	17 a	20 a	24 a	10 a	12 a	9 a
<b>mai-05</b>	39 a	39 a	51 a	12 a	20 a	19 a	9 a	12 a	5 a
<b>ago-05</b>	51 a	39 a	47 a	17 a	23 a	21 a	13 a	16 a	14 a
<b>mai-06</b>	61 a	50 a	47 a	15 a	13 a	23 a	11 a	12 a	10 a

<b>Coleta</b>	<b>30-40 cm</b>			<b>40-50 cm</b>			<b>50-60 cm</b>		
	<b>Tifton</b>			<b>Tifton</b>			<b>Tifton</b>		
<b>Coleta</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>
<b>abr-02</b>	05 b	13 a	09 a	03 b	09 a	08 a	01 b	05 a	03 a
<b>jul-02</b>	04 a	06 a	06 a	05 a	08 a	06 a	02 a	07 a	03 a
<b>mai-03</b>	08 a	09 a	10 a	05 a	07 a	05 a	05 a	06 a	03 a
<b>nov-03</b>	10 a	10 a	11 a	06 a	06 a	06 a	03 a	05 a	04 a
<b>mai-04</b>	06 a	10 a	06 a	02 a	06 a	04 a	01 b	05 a	03 a
<b>ago-04</b>	08 a	06 a	05 a	08 a	06 a	05 a	07 a	04 a	03 a
<b>mai-05</b>	13 a	10 a	07 a	11 a	11 a	03 a	06 a	04 a	08 a
<b>ago-05</b>	07 a	10 a	08 a	05 a	05 a	04 a	05 a	04 a	04 a
<b>mai-06</b>	05 a	07 a	07 a	04 a	08 a	04 a	02 a	05 a	05 a

<b>60-70 cm</b>			
	<b>Tifton</b>		
<b>Coleta</b>	<b>Braquiária</b>	<b>85</b>	<b>Suázi</b>
<b>abr-02</b>	01 b	04 a	01 b
<b>jul-02</b>	01 a	05 a	03 a
<b>mai-03</b>	02 a	03 a	02 a
<b>nov-03</b>	02 a	05 a	06 a
<b>mai-04</b>	01 a	03 a	02 a
<b>ago-04</b>	05 a	03 a	02 a
<b>mai-05</b>	10 a	05 a	07 a
<b>ago-05</b>	03 a	03 a	02 a
<b>mai-06</b>	01 a	04 a	03 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P>0,05$ ).

Dentre as épocas de coleta, se destaca a de abril de 2002 (Tabela 24), onde os valores percentuais de massa seca radicular (Msra) da espécie Tifton 85 foram os que mais se destacaram, principalmente a partir dos primeiros 0,2 m. A partir de 0,3 m os valores diferiram significativamente dos de Braquiária e Suázi (Tabela 24). Nas demais coletas, as espécies mantiveram uma mesma distribuição percentual de sua Msra em profundidade, não diferindo significativamente ( $P>0,05$ ) entre si (Tabela 24).



Apesar de terem hábitos de crescimento diferenciado, onde a Braquiária é cespitosa e as espécies Tifton 85 e Suázi têm hábito de crescimento prostrado, as forrageiras não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) na sua massa seca radicular em função da profundidade. Desta forma, pode-se aferir que a diferença existente entre os hábitos de crescimento das espécies não foi suficiente para alterar a distribuição da massa seca radicular.

Levando-se em consideração aspectos como este, de que a diferença no hábito de crescimento das plantas pode influenciar na distribuição radicular (Bengough et al, 2000), e o fato de que não foi observada diferença marcante na distribuição, nem da massa seca radicular, nem em porcentagem entre plantas com hábitos diferentes de crescimento, podemos aventar que, o manejo adotado e as estratégias de implantação e manutenção das pastagens, podem ter levado ao desempenho semelhante das espécies, a ponto de tornar a sua distribuição radicular a mais homogênea possível.

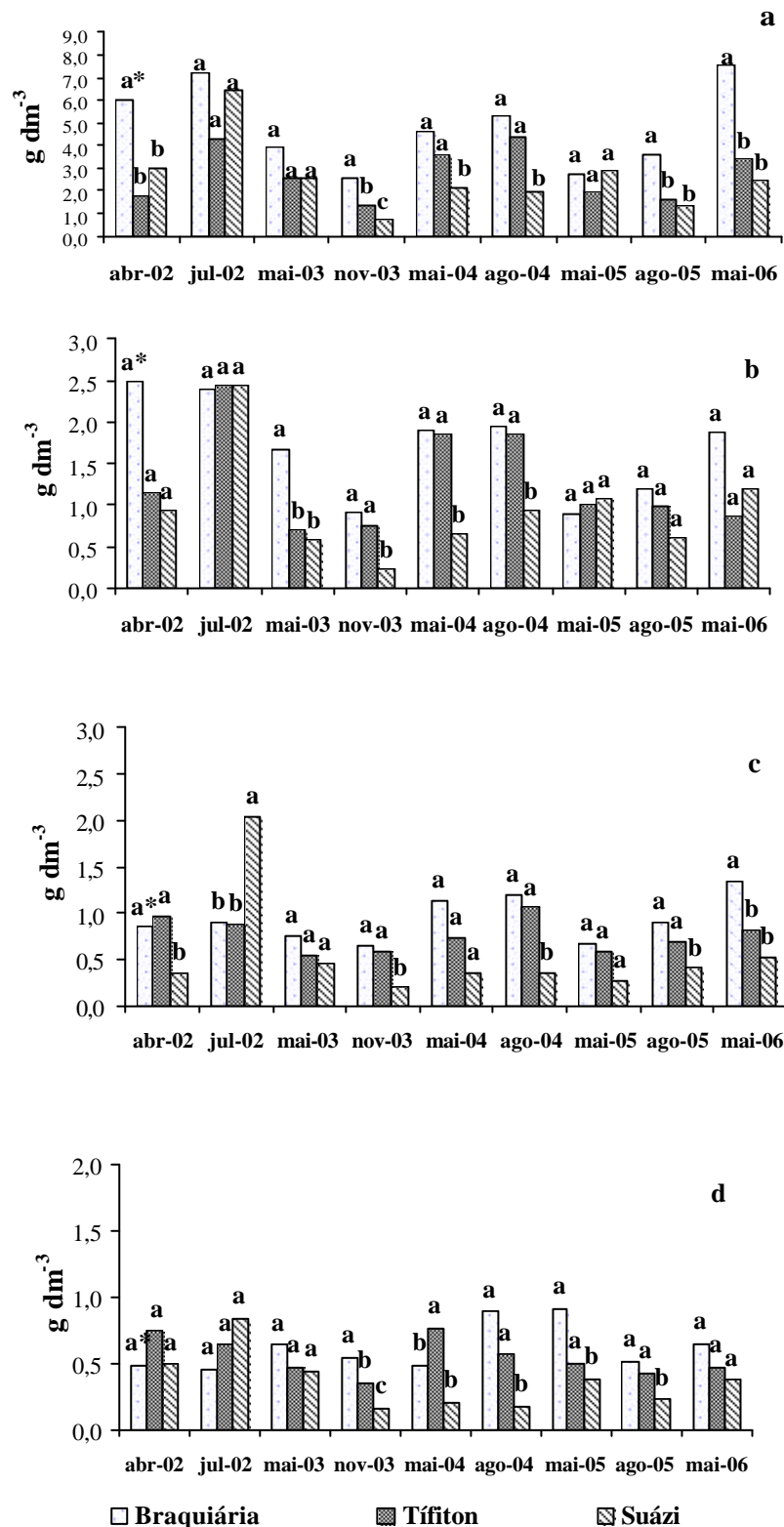
Ao mesmo tempo, estes dados mostram que não se pode caracterizar um maior ou menor grau de degradação ou recuperação da área em função da espécie em relação, ao menos quanto ao aspecto da distribuição do sistema radicular em profundidade. Por outro lado, Muller et al. (2001) estudando pastagens degradadas na região amazônica, compararam espécies em áreas degradadas com espécies em áreas com menor processo de degradação. Os autores observaram que a diminuição da parte aérea da pastagem, ocasionada pelo processo de degradação, diminuiu a distribuição de raízes em profundidade, ocorrendo maior acúmulo percentual de raízes próximas à superfície do solo.

Neste estudo, porém, a distribuição da massa seca radicular foi proporcional e semelhante entre as espécies, que mostraram o mesmo desempenho da característica avaliada.

O parâmetro massa seca radicular tendeu a apresentar maiores valores na camada superficial (0-0,2 m, Figura 14), para todas as espécies estudadas, e, ao longo de todas as coletas realizadas. Este parece ser um resultado intrínseco do crescimento do sistema radicular em gramíneas, conforme também relatou Brasil (2001 e 2005). O autor, trabalhando com *Brachiaria humidicula* plantada em Planossolo Háptico no campus da UFRRJ, encontrou uma distribuição vertical decrescente da massa de raízes, com 80% das raízes nos primeiros 0,2 m.

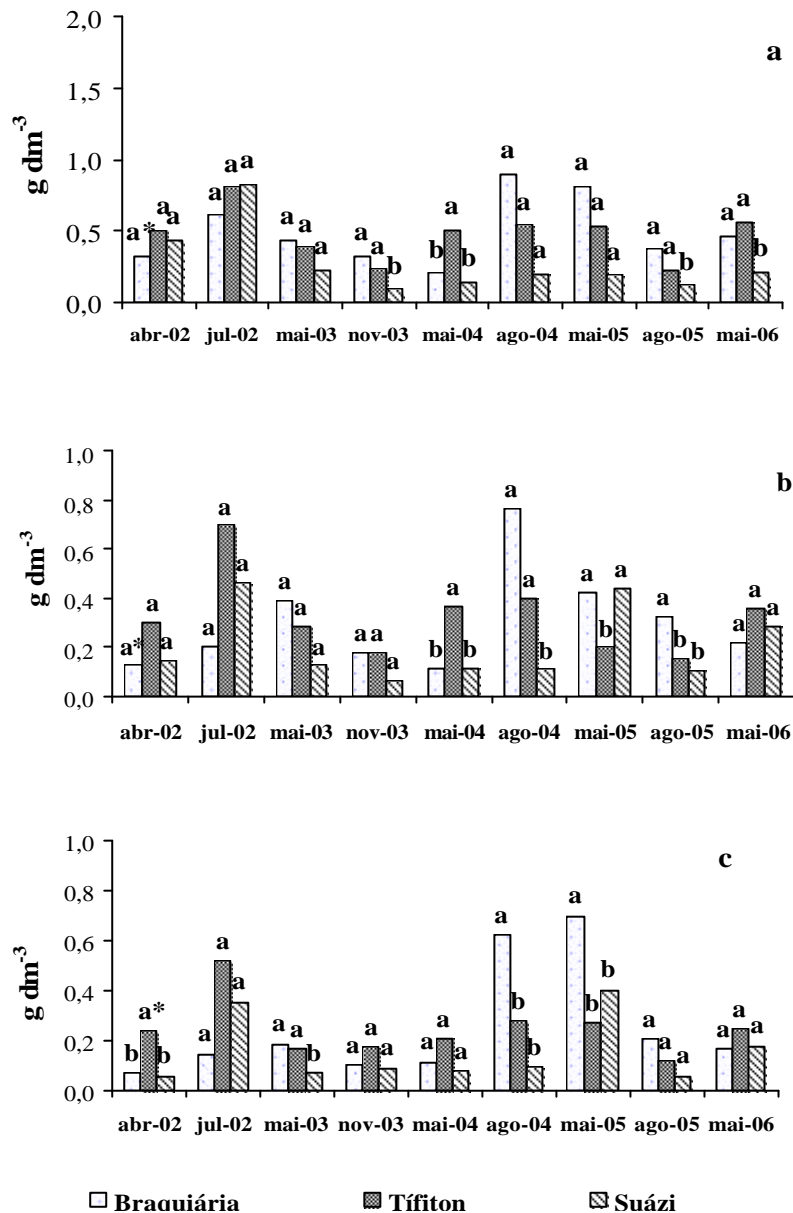
Quanto à distribuição entre as espécies pode se dizer que as mesmas tiveram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) na massa seca radicular, ao longo das coletas, diferindo significativamente entre si em profundidade. A espécie Braquiária foi a que apresentou os maiores valores deste parâmetro em relação às outras espécies estudadas em algumas coletas, como mostram as Figuras 14 e 15.

Porém, esta variação nos dados de massa seca radicular não pode ser considerada como parâmetro de desempenho, em função do manejo adotado, quando se comparam espécies de diferentes gêneros. Como observaram Correa et al. (1999), em estudo com diferentes gêneros de gramíneas tropicais (Gênero Braquiária, gênero Panicum e *Andropogon gayanus*), as espécies obtiveram diferentes produções na massa de raízes independentes do nível de fertilização adotado. Segundo estes autores a espécie *Brachiaria brizanta* apresentou maior massa de raízes que as demais, independentes do nível de fertilização (baixo ou elevado), nas camadas de solo de 0-0,1m, 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m, concentrando sua produção na massa de raízes na camada de 0-0,1 m.



**Figura 14.** Distribuição da massa seca radicular em profundidade para diferentes épocas de coletas para Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tífton 85 (*Cynodon* spp.) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ.

\*Médias seguidas de mesma letra em uma mesma época de coleta não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P > 0,05$ ). a - profundidade de 0-0,1m; b - 0,1-0,2m; c - 0,2-0,3m, d - 0,3-0,4m.



**Figura 15.** Distribuição da massa seca radicular em profundidade para diferentes épocas de coletas para Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tífton 85 (*Cynodon* spp.) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ.

\*Médias seguidas de mesma letra em uma mesma época de coleta não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a ( $P > 0,05$ ). a - 0,4-0,5m; b - 0,5-0,6m e; c - 0,6-0,7m.

Considerando a relevância de características como classe de diâmetro das raízes, o comprimento específico e as variações em diferentes estruturas de solo e de relevo, para que se possa determinar de forma clara os efeitos e as verdadeiras proporções com que a estrutura radicular se distribui no solo (Brasil, 2005), a avaliação da biomassa de raízes, através do parâmetro massa seca de raízes, como ferramenta capaz de indicar o processo de degradação de pastagens pode ter falhado, pela sua simplicidade. Por sua vez, procurava-se uma característica que pudesse ser medida com facilidade, princípio básico de um indicador de qualidade, para facilitar a identificação de possível problema com menores custos e pouca intervenção.

### 4.3.2. Avaliação dos Teores de N, P e K

Para a avaliação dos teores dos nutrientes N, P e K nas raízes das espécies implantadas na área experimental, os teores de nutrientes nas raízes das plantas foram multiplicados pela massa seca em cada profundidade (0-0,7 m)

Deve-se considerar que o conhecimento desta característica é de extrema importância, pois auxiliam a compreensão dos atributos e da dinâmica que regem a interface do complexo solo-planta-animal. Sendo assim, a compreensão de fatores de crescimento das plantas, que envolve o crescimento radicular, bem como suas características sazonais, onde os teores de N, P e K, e respectivo acúmulo, podem ser uma importante ferramenta para se estimar doses de adubação e épocas de aplicação de nutrientes no solo, e por fim, a capacidade de reservar e ciclar estes (Zuchello et al., 2006).

Os teores de N, K e P nas espécies cultivadas na área experimental da fazenda Pau Ferro, permitem algumas considerações. Os teores de nitrogênio tendem a serem maiores em superfície (Figura 16). Já os teores de P e K, apresentam o mesmo comportamento, diminuindo a medida que se aumenta a profundidade estudada (Figuras 17 e 18). Este comportamento é reflexo da grande massa radicular superficial, relacionado mais ao crescimento radicular, do que a uma capacidade maior de alocação de reserva de nutrientes. Estes dados corroboram com as afirmações de onde mostram que em superfície, as raízes responsáveis pela absorção encontram maior disponibilidade de nutrientes e o processo de ciclagem dos mesmos é conhecidamente mais intenso (Cecato, et al. 2004).

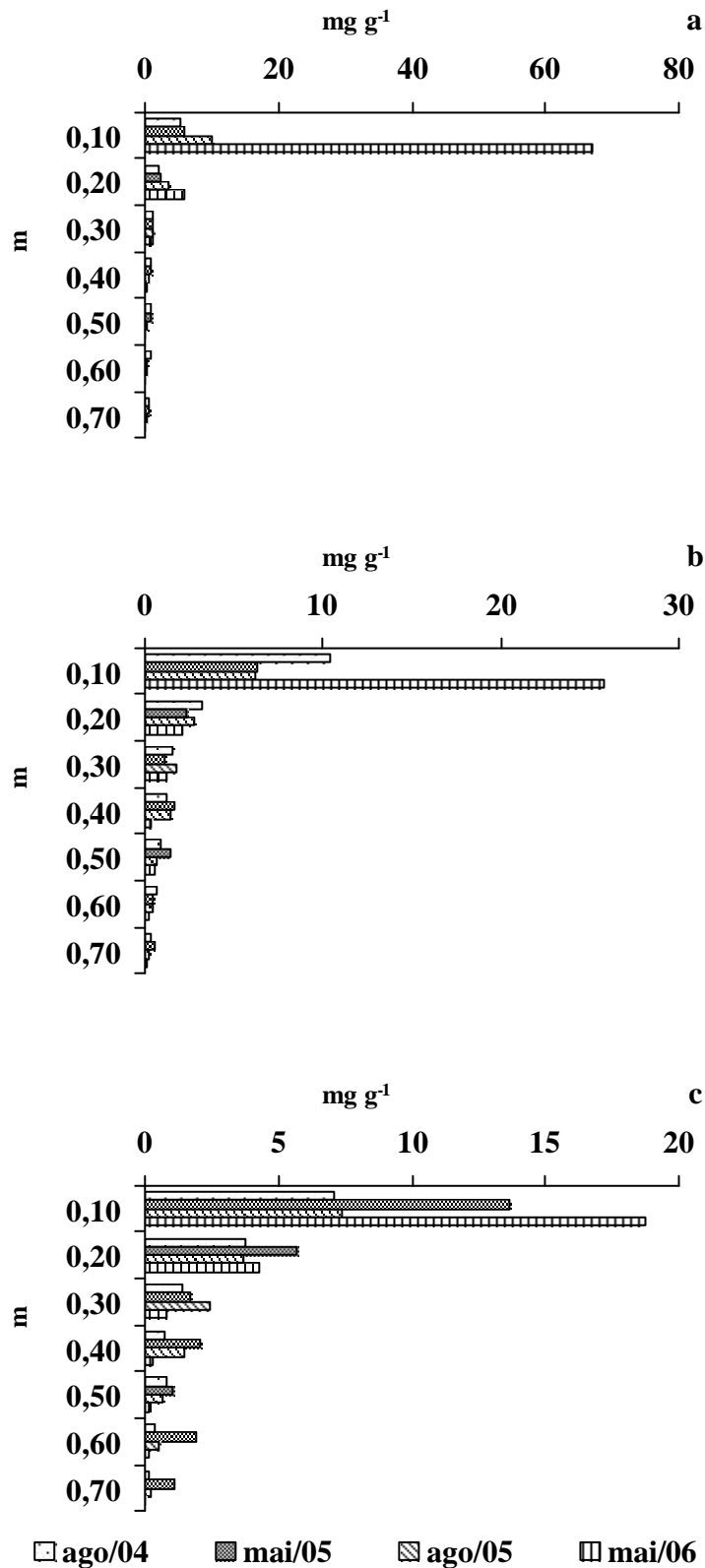
Os valores absolutos de nutrientes nas raízes das espécies estudadas, apresentaram variam entre 0,03 - 67,12 mg g<sup>-1</sup> para nitrogênio, 0,16-8,53 mg g<sup>-1</sup> para fósforo e de 0,01-0,40 mg g<sup>-1</sup> para potássio. Os valores, baixos de potássio podem ser explicados pela baixa concentração deste elemento no solo.

Ferrari Neto (1991) trabalhando com braquiária e colômbio, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, encontrou teores de potássio relativamente baixos nas raízes, chegando ao zero absoluto. Isso pode ser atribuído a grande mobilidade deste elemento na planta. Este mesmo autor demonstrou que os teores de fósforo e de nitrogênio tenderam a ser maiores que os de potássio nas raízes, e, menores em relação aos da parte aérea.

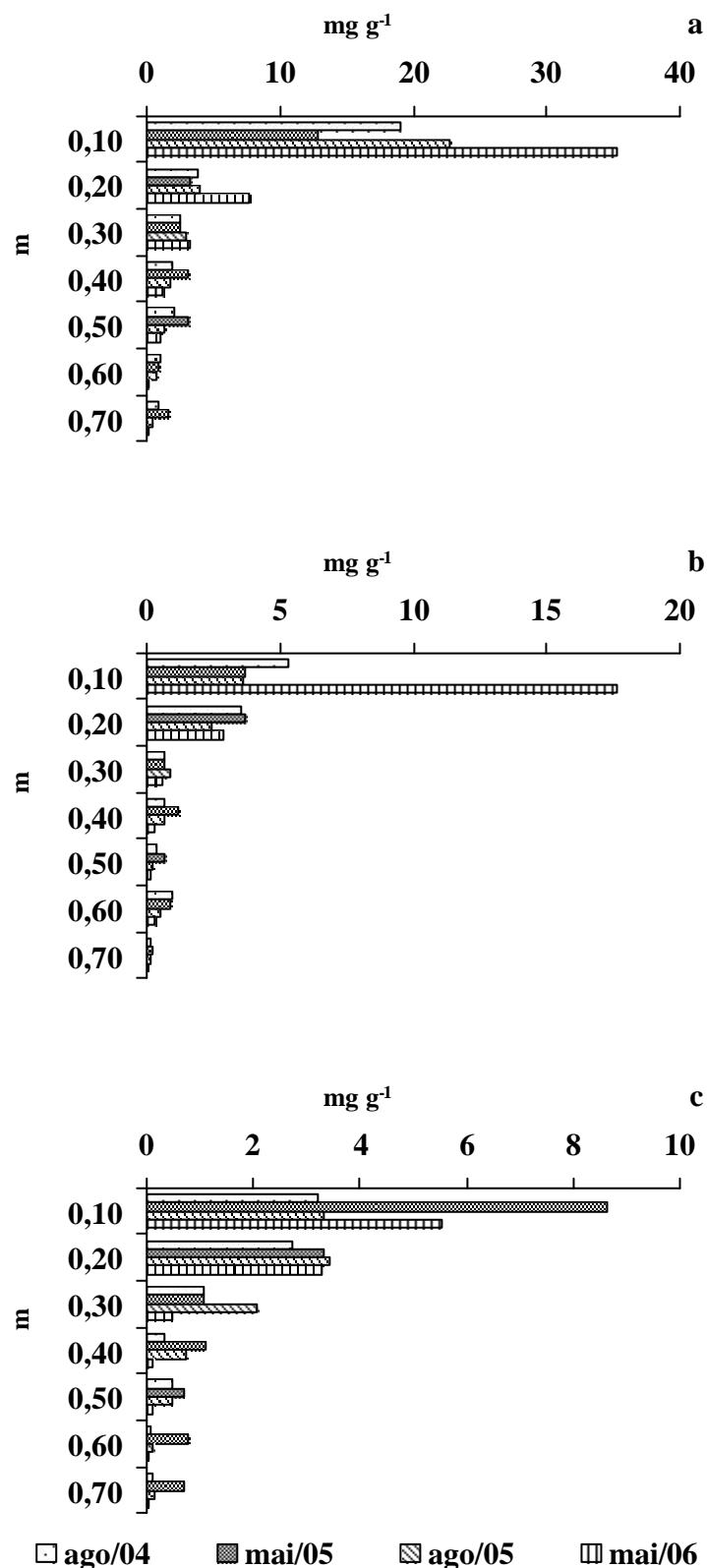
Quanto à distribuição do conteúdo de nutrientes nas raízes, em função da época de estudo, os dados demonstraram que as épocas com maiores acúmulos de nutrientes nas raízes aconteceram em maio de 2005 e maio de 2006, e pode estar possivelmente relacionada a maior disposição de água neste período (Figuras 16,17 e18).

Quanto comparadas às espécies estudadas, não houve, em geral, diferença estatística ( $P > 0,05$ ; Tabelas 25, 26 e 27). As poucas diferenças encontradas no teor de nitrogênio, de fósforo e de potássio nas raízes, podem estar relacionadas a características pontuais de observação, onde uma ou mais repetições nos pontos de coletas, podem ter influenciado.

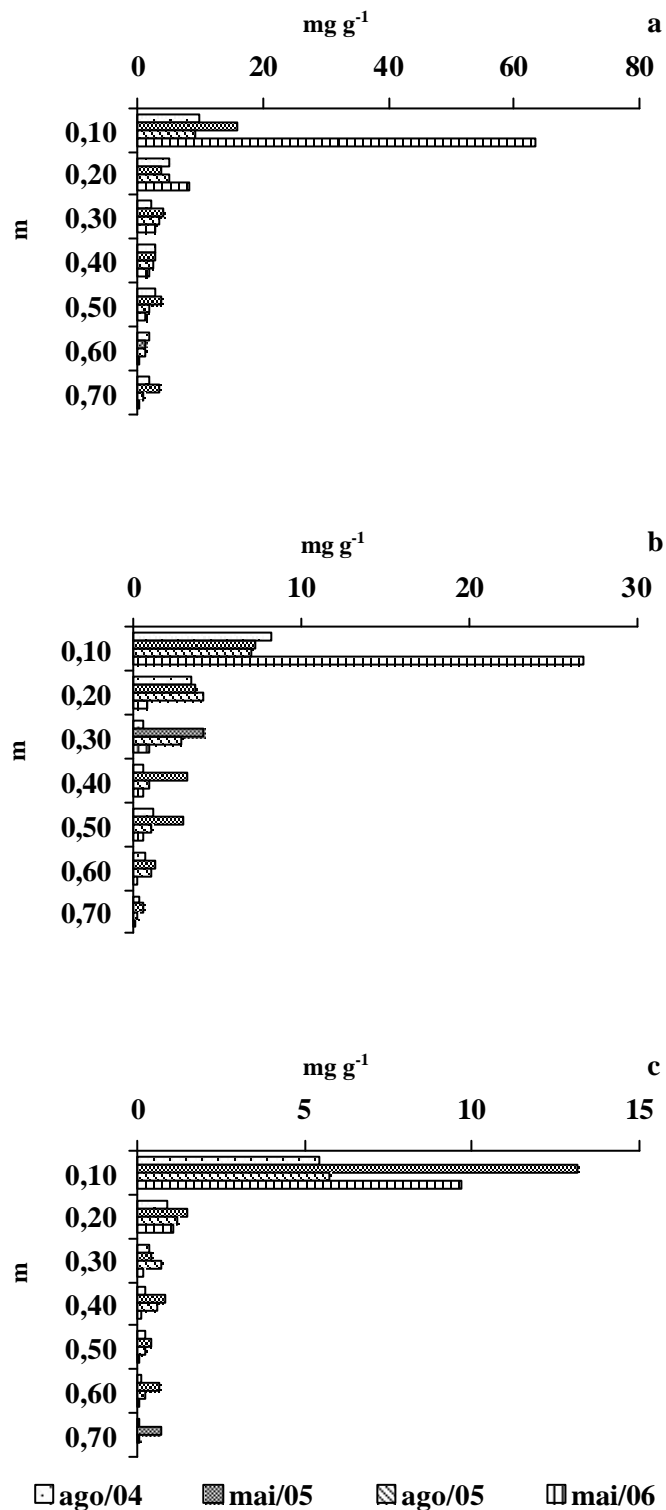
O fato de que os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas raízes não variaram, para todas as profundidades estudadas, é importante como reflexo do manejo das pastagens ou de fatores edáficos, pois é comum encontrar diferenças nos teores de nutrientes na biomassa vegetal entre diferentes espécies forrageiras, conforme afirma Monteiro (2004). Neste estudo as semelhanças encontradas, possivelmente refletem o manejo, onde as espécies podem ter tido seu suprimento de nutrientes restrito, e por isso não expressaram seu potencial ou acúmulo diferencial.



**Figura 16.** Conteúdo de nitrogênio em raízes de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon spp.*) (b), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), nas profundidades de 0-0,7 m. Fazenda Pau Ferro, Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.



**Figura 17.** Conteúdo de fósforo em raízes de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), nas profundidades de 0-0,7 m. Fazenda Pau Ferro, Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.



**Figura 18.** Conteúdo de potássio em raízes de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), nas profundidades de 0-0,7 m. Fazenda Pau Ferro, Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

**Tabela 25.** Médias dos valores de nitrogênio (N) na raiz, em mg g<sup>-1</sup>, na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), no período de agosto de 2004 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Profundidade (m)	Época Seca			Época Chuvosa		
	Agosto/2004			Maio/2005		
	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	9,08 a	10,38 a	7,12 a	5,83 <b>b</b>	6,25 <b>b</b>	13,68 a
0,10-0,20	3,67 a	3,17 a	3,77 a	2,36 a	2,35 a	5,70 a
0,20-0,30	0,83 a	1,57 a	1,44 a	1,14 a	1,14 a	1,72 a
0,30-0,40	0,42 <b>b</b>	1,21 a	0,72 <b>b</b>	0,99 a	1,66 a	2,10 a
0,40-0,50	0,37 <b>b</b>	0,91 a	0,79 a	1,00 a	1,41 a	1,07 a
0,50-0,60	0,27 a	0,62 a	0,36 a	0,41 <b>b</b>	0,46 <b>b</b>	1,90 a
0,60-0,70	0,56 a	0,36 a	0,18 a	0,71 <b>b</b>	0,52 <b>b</b>	1,09 a
Agosto/2005			Maio/2006			
	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	10,12 a	6,17 a	7,37 a	67,12 a	25,83 <b>b</b>	18,70 <b>b</b>
0,10-0,20	3,66 a	2,80 a	3,68 a	6,04 a	2,10 <b>b</b>	4,27 a
0,20-0,30	1,23 a	1,76 a	2,41 a	1,23 a	1,28 a	0,81 a
0,30-0,40	0,56 <b>b</b>	1,45 a	1,47 a	0,44 a	0,37 a	0,27 a
0,40-0,50	0,36 a	0,62 a	0,68 a	0,10 <b>b</b>	0,58 a	0,16 <b>b</b>
0,50-0,60	0,28 a	0,40 a	0,53 a	0,12 a	0,22 a	0,12 a
0,60-0,70	0,35 a	0,27 a	0,19 a	0,10 a	0,08 a	0,03 <b>b</b>

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

**Tabela 26.** Médias dos valores de fósforo (P) na raiz, em mg g<sup>-1</sup>, na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), no período de agosto de 2004 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Profundidade (m)	Época Seca			Época Chuvosa		
	Agosto/2004			Maio/2005		
	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	6,20 a	3,15 a	4,93 a	4,50 a	7,85 a	6,06 a
0,10-0,20	2,58 a	2,11 a	2,7 a	2,10 a	2,27 a	3,33 a
0,20-0,30	2,08 a	1,81 a	2,01 a	2,24 a	0,85 a	1,50 a
0,30-0,40	1,84 a	1,71 a	1,74 a	0,48 a	0,48 a	0,61 a
0,40-0,50	1,72 a	0,90 a	1,53 a	0,42 a	2,40 a	2,40 a
0,50-0,60	1,61 a	0,90 a	1,42 a	0,34 a	0,41 a	3,66 a
0,60-0,70	1,56 a	1,01 a	1,53 a	0,48 a	0,20 a	0,16 a
Agosto/2005			Maio/2006			
	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	3,70 a	8,53 a	1,75 a	5,90 a	3,42 <b>b</b>	3,12 <b>b</b>
0,10-0,20	1,75 a	1,80 a	0,85 a	3,07 a	2,97 a	2,89 a
0,20-0,30	2,09 a	2,47 a	0,84 a	2,97 a	4,22 a	3,18 a
0,30-0,40	2,90 a	1,29 a	0,84 a	3,09 a	3,17 a	2,78 a
0,40-0,50	4,50 a	2,91 a	0,56 a	3,63 a	2,36 <b>b</b>	2,35 <b>b</b>
0,50-0,60	4,50 a	3,79 a	0,56 a	3,41 a	3,00 <b>b</b>	2,88 <b>b</b>
0,60-0,70	3,81 a	1,39 a	0,84 a	2,93 a	2,92 a	2,82 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).



**Tabela 27.** Médias dos valores de potássio (K) na raiz, em mg g<sup>-1</sup>, na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna (RJ), no período de agosto de 2004 até maio de 2006, para as espécies de gramíneas Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*), e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na profundidade de 0-0,7 m.

Profundidade (m)	Época Seca			Época Chuvosa		
	Agosto/2004			Maio/2005		
	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	0,27 a	0,19 a	0,35 a	0,33 a	0,28 a	0,63 a
0,10-0,20	0,13 a	0,07 a	0,12 a	0,24 a	0,21 a	0,32 a
0,20-0,30	0,93 a	0,03 a	0,05 a	0,17 a	0,16 a	0,25 a
0,30-0,40	0,13 a	0,03 a	0,04 a	0,11 a	0,01 a	0,15 a
0,40-0,50	0,01 a	0,02 a	0,02 a	0,08 a	0,10 a	0,12 a
0,50-0,60	0,13 a	0,02 a	0,02 a	0,08 a	0,08 a	0,08 a
0,60-0,70	0,07 a	0,01 a	0,02 a	0,10 a	0,05 a	0,04 a
	Agosto/2005			Maio/2006		
	Braquiária	Tifton 85	Suázi	Braquiária	Tifton 85	Suázi
0,00-0,10	<u>0,08 a</u>	<u>0,37 a</u>	<u>0,40 a</u>	0,24 a	0,23 a	0,06 <b>b</b>
0,10-0,20	<u>0,07 a</u>	<u>0,16 a</u>	<u>0,12 a</u>	0,12 a	0,10 a	0,12 a
0,20-0,30	<u>0,04 a</u>	<u>0,07 a</u>	<u>0,06 a</u>	0,14 a	0,05 a	0,16 a
0,30-0,40	<u>0,03 a</u>	<u>0,04 a</u>	<u>0,06 a</u>	0,06 a	0,07 a	0,09 a
0,40-0,50	<u>0,23 a</u>	<u>0,03 a</u>	<u>0,02 a</u>	0,05 a	0,05 a	0,15 a
0,50-0,60	<u>0,04 a</u>	<u>0,02 a</u>	<u>0,01 a</u>	0,04 <b>b</b>	0,03 a	0,07 a
0,60-0,70	<u>0,02 a</u>	<u>0,01 a</u>	<u>0,01 a</u>	0,05 a	0,05 a	0,11 a

# Médias seguidas de mesma letra na mesma linha em cada profundidade não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

#### 4.4.3. Avaliação da Fitomassa da Parte Aérea

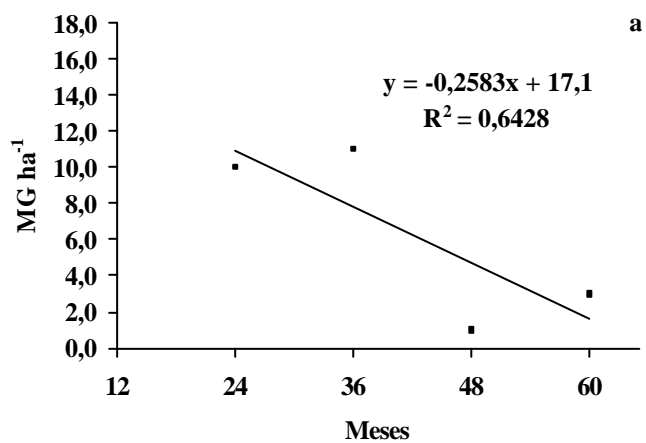
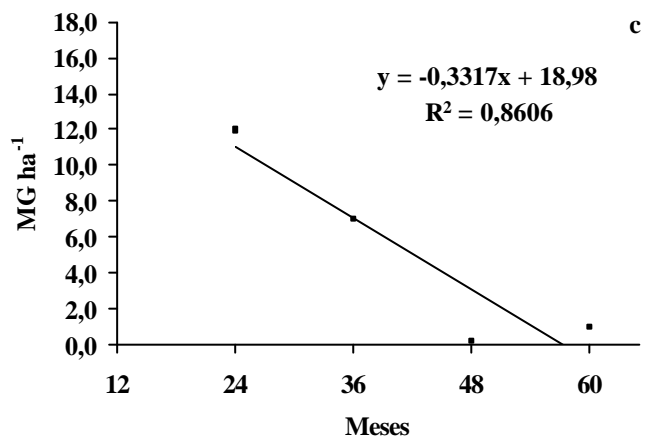
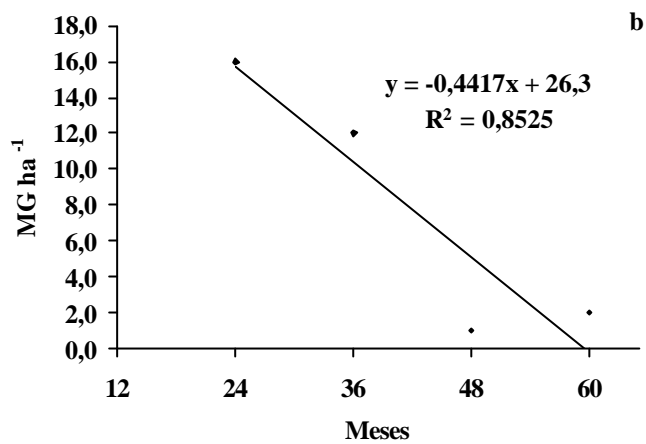
Os parâmetros de produtividade de parte aérea vegetal são importantes para avaliar o desempenho e a produtividade das espécies vegetais, bem como a relação entre a parte aérea vegetal e os parâmetros radiculares e os efeitos da lotação animal, da cobertura vegetal e do manejo das pastagens.

Neste estudo, a avaliação da fitomassa da parte aérea das forrageiras foi feita utilizando-se dados coletados a partir da entrada dos animais na área experimental, em janeiro de 2003, de forma a avaliar o efeito do pastejo e do manejo animal no crescimento das espécies forrageiras introduzidas na área.

Os dados de massa seca de parte aérea, de maio de 2003 a maio de 2006, variaram entre 11,1 a 0,7 MG ha<sup>-1</sup> para Braquiária, 16,3 a 0,7 MG ha<sup>-1</sup> para Tifton 85, e de 12,1 a 0,2 MG ha<sup>-1</sup> para Suazi. A maior diferença entre os valores máximos e mínimos observados ocorreu na espécie Tifton 85.

As oscilações de fitomassa da parte aérea entre as coletas indicam aumentos e quedas acentuadas na cobertura vegetal, onde no período de maio de 2003 a maio de 2004 ocorreram os maiores valores de produção de massa seca da parte aérea, para as espécies. No período de maio de 2004 a maio de 2006, foram observados os menores valores de produção de parte aérea nas três espécies de forrageiras estudadas.

Os dados demonstraram uma tendência de queda de produtividade ao longo do período analisado. Esta tendência foi mais bem representada por funções lineares, com destaque para a espécie Tifton 85, seguida pelos capins Braquiária e Suazi, conforme mostra a Figura 19.



**Figura 19.** Massa seca de parte aérea em MG ha<sup>-1</sup> de Braquiária (*Brachiaria brizanta*) (a), Tifton 85 (*Cynodon* spp.) (b) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*) (c), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ. Avaliados em maio de 2003, maio de 2004, maio de 2005 e maio de 2006 (período de 60 meses).

As maiores diferenças, observadas entre as produções de massa seca de parte aérea, nas espécies estudadas, ocorrem entre a espécie Suázi e as demais (Tabela 28). Já as espécies Braquiária e Tifton 85, apresentaram, em geral, pequenas diferenças, quando comparadas entre si. Apenas para as coletas de maio de 2003, agosto de 2004 e maio de 2006, as mesmas diferiram significativamente (Tabela 28).

**Tabela 28.** Valores médios de massa seca de parte aérea das espécies Braquiária (*Brachiaria brizanta*), Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e Suázi (*Digitaria swazilandensis*), na área experimental Upepade ? 5, Fazenda Pau-Ferro, Itaperuna, RJ

Valores médios em MG ha <sup>-1</sup>			
Coletas	Braquiária	Tifton 85	Suázi
Maio/2003	10,0 <b>b</b> *	16,0 a	12,0 <b>b</b>
Novembro/2003	5,9 a	6,6 a	2,5 <b>b</b>
Maio/2004	11,0 a	12,0 a	7,2 <b>b</b>
Agosto/2004	3,1 <b>b</b>	4,4 a	2,5 <b>c</b>
Maio/2005	0,7 a	0,7 a	0,2 a
Agosto/2005	2,3 a	2,1 a	0,4 <b>b</b>
Maio 2006	2,5 a	2,1 <b>b</b>	1,2 <b>b</b>

\*Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a (P>0,05).

A espécie Suázi foi a que apresentou os menores valores de bio massa vegetal ao longo do período avaliado. Segundo relato de técnicos da Pesagro-RJ (informação pessoal), esta diferença pode ser explicada pelo fato de que os animais têm preferência por esta forrageira, devido a sua maior palatabilidade. Portanto, a diminuição acentuada de sua produção pode estar ligada a um maior consumo.

A avaliação dos dados de parte aérea demonstrou que, de forma geral, o resíduo vegetal deixado pelo pastejo nas áreas apresentou tendência à queda. Este fato pode estar ligado a fatores como a degradação das pastagens, diminuição da disponibilidade de nutrientes, acidificação do solo, compactação, erosão ou ainda fatores biológicos (Dias-Filho, 2004).

Neste estudo, a avaliação dos parâmetros de fertilidade abordados no Capítulo 1, mostrou que, na maior parte das áreas dos tratamentos com as espécies forrageiras, as características químicas, o manejo e a adubação realizados na área, foram eficientes em manter e até mesmo aumentar ligeiramente a maior parte dos indicadores de fertilidade medidos (pH, carbono orgânico e nutrientes no solo).

Ainda, segundo Nascimento Junior & Adese (2004), o crescimento das pastagens é influenciado por fatores tais como: a desfolha causada pelo pastejo animal de forma seletiva, características como o pisoteio e a adição de dejetos, que podem interferir na produção de fitomassa. Desta forma, a capacidade de suporte das forrageiras, a lotação animal e o tempo de permanência dos animais nas áreas, poderiam também explicar a diminuição na produtividade da biomassa vegetal das espécies (Quadros et al., 2004; Dias-Filho, 2004; Rodrigues & Cadima-Zevalos, 1991).

Outro aspecto observado nos dados do crescimento vegetal é que a diminuição na produtividade da parte aérea vegetal ao longo do período avaliado, apesar da queda acentuada, parece não ter influenciado o padrão de crescimento radicular. Este fato pode ser observado na Figura 13, onde o padrão de crescimento radicular tendeu a se manter com a mesma variação em sua massa, quando avaliados os dados de períodos de seca e de chuva (Figura 13 a e b).

Rodrigues & Cadima-Zevalos (1991), em um experimento em solos de tabuleiros no sul da Bahia, testaram duas formas de manejo de pastagens (pastejo contínuo e pastejo alternado). Os autores observaram que os pastejos contínuo e alternado não apresentaram diferenças significativas na densidade de raízes ( $\text{mg } 100 \text{ cm}^{-3}$ ) em nenhuma das profundidades estudadas (0-100 cm). No entanto, variações nas taxas de lotação resultaram em diferenças significativas entre si, no que se refere ao comprimento e ao número de raízes.

Esse aspecto do crescimento radicular pode ser crucial para a rebrota das pastagens, pois o sistema radicular tem papel relevante neste processo, onde o mesmo fornece carboidratos não estruturais para a rebrota das espécies forrageiras (Silva & Pedreira 1997). O fornecimento de carboidratos pelas raízes até que a planta restabeleça a sua fitomassa foliar sustenta a redução na fotossíntese, pois níveis altos de consumo na parte aérea vegetal (desfolha severa) fazem com que ocorra diminuição nos níveis de carboidratos não estruturais das raízes (Humphreys, 1991).

Os dados de fitomassa de parte aérea indicam que o crescimento vegetal das forrageiras diminuiu ao longo do tempo, o que sugere o início de um processo de degradação da pastagem, com necessidade de renovação. Ainda que os aspectos do crescimento radicular, avaliados neste estudo (Item 4.3.1), apontem para o bom desenvolvimento do sistema radicular.

Sendo assim, embora a diminuição na rebrota da parte aérea vegetal tenha sido evidente, isso não indica, que a pastagem esteja em estado de degradação irreversível. A sua recuperação poderá ser feita com o manejo da fertilidade, além da re-avaliação das taxas de lotação, para estabelecer o real potencial de exploração da área.

#### **4.5. CONCLUSÕES**

Os dados de distribuição de massa seca radicular e de fitomassa vegetal avaliados na área experimental, demonstraram que o crescimento radicular das espécies foi semelhante e que o manejo adotado foi eficiente em manter a homogeneidade entre as áreas.

As espécies forrageiras mostraram algumas pequenas diferenças em seu comportamento quanto à produção de fitomassa de parte aérea e massa seca radicular. Entretanto, a similaridade dos resultados de crescimento vegetal indicou que todas podem ser consideradas como uma opção para formação de pastagens em áreas de relevo declivoso no ambiente em questão.

A avaliação temporal da produtividade da fitomassa de parte aérea mostrou uma diminuição com o tempo, podendo ser este, um reflexo de uma lotação ainda inadequada para o solo e condição de declive da área, sendo necessários novos estudos para se obter taxas de lotação animal e forma de manejo mais eficientes.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

Os dados avaliados na área experimental da Fazenda Pau Ferro, Itaperuna-RJ, demonstraram que o manejo das adubações e da lotação animal adotados, tiveram efeito equivalentes nas três espécies forrageiras estudadas. Sendo as semelhanças comparáveis, tanto no aspecto das adubações realizadas nas áreas, como no aspecto do desenvolvimento vegetal.

No entanto, apesar das semelhanças e da homogeneidade resultantes, possivelmente, do manejo rotacionado e das práticas de adubação e calagem utilizadas, as pastagens mostraram-se ainda susceptíveis a um processo inicial de degradação. Portanto, a taxa de lotação e a categoria animal ou as espécies forrageiras, implantadas na área, devem ser levadas em consideração para avaliar o real impacto do sistema de manejo.

Sendo assim novos estudos devem considerar estes pormenores, bem como, a participação mais ativa dos produtores da região e de órgãos públicos para que possam ser traçados métodos e técnicas mais adequados para a implantação de pastagens no ambiente de relevo declivoso no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Mantendo assim a sustentabilidade econômica e ambiental na região.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, P. B.; PEDRO JUNIOR, P. M. J. & DONZELLI, P.L. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., Jaboticabal, 1993. Anais... Jaboticabal, FUNEP, 1993. p.1- 16.

ALMEIDA, D. L.; FREIRE, R., L.; CUNHA, L.H.; SANTOS, G. A.; SOBRINHO, N. M. B.A.; EIRA, P. A. Fertilidade do solo IN: DE POLLI, H; ARAÚJO G S.; CUNHA, L. H; FREIRE, R., L.; SOBRINHO, N. M. B. A.; PEREIRA N. N. C.; DA EIRA P. A.; BLOISE, M. R.; SALEK, R. C. Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro, série ciências agrárias, número 2, Itaguaí, 1989, 13-23 p.

ALVARENGA, M.I.N.; & DA VIDE, A.C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 23, n. 4, p. 933-942, 1999.

ANGHINONI, I.; BISSANI C.A. Correção da acidez do solo IN: BISSANI C.A. GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F.A.O. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Gênese UFRGS departamento de solos, 2004. p.139-152

ATKINSON, D. ROOT Characteristics: why and what to measure. IN: SMIT, A.L.; BENGOUGH, A.G.; ENGELS, C.; VAN NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; VAN DE GEIJN, S.C. (EDS) Root Methods: a Handbook. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.305-341. 2000.

BALIGAR, V. C.; DUNCAN, R. R.. Crops as enhancers of nutrient use. Academic Press, San Diego, CA. 1990. 574p.

BARDGETT, R. D.; WARDLE, D. A.; YEATES, G. W. Linking above-ground and below-ground interactions: how plant responses to foliar herbivory influence soil organisms. Soil Biology & Biochemistry. V:30, p.1867-1878, 1998.

BATJES, N. H. & SOMBROEK, W. G. Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. Global Change Biology V.3, p. 161-173, 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função a matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; & CAMARGO, F.A.O. (Ed) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais Porto Alegre: Gênese, 1999, p.9-26.

BENGOUGH, A.G.; CASTRIGN, A.; PAGÉS, L.; VAN NOORDWIJK, M. Sampling strategies, scaling and statistics. In: SMIT, A. L.; BENGOUGH, A. G.; ENGELS, C.; VAN NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; VAN DE GEIJN, S. C. (EDS) Root methods: a handbook. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 147-174, 2000.

BERBARA, R. L.L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Editor) Nutrição mineral de plantas. Viçosa – MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.53-88.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO M. J.; CAMARGO, F.A.O. Fertilidade dos solos e manejo de adubação de culturas, Porto Alegre: metrópole indústria gráfica LTDA, 2004.322p.

BODDEY, R. M.; RAO, I. M.; THOMAS, R. J. Nutrient cycling and environmental impact of brachiaria pastures. In: brachiaria: biology, agronomy, and improvement. (EDS.) MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B.; with the collaboration of kumble, V. ciat, Ccali, Ccolômbia, 1996. 288 P

BODDEY, R. M; & VICTORIA, R. L. Estimation of biological nitrogen fixation associated with *brachiaria* and *paspalum* grasses, using <sup>15</sup>n-labelled organic matter and fertilizer. Plant soil. V. 90, P.265-292, 1986.

BODDEY, R.M.; RESENDE, C. P.; SCHUNKE, R.M. Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramíneas em monocultura: o papel chave das transformações de nitrogênio, In: 30ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia., Rio de Janeiro, RJ. 1993. **Anais dos simpósios....** Rio de Janeiro: SBZ, 1993.p. 141-173.

BODDEY, RM.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling and sustainability of improved pastures in the Brazilian Cerrados. In: simposio Simpósio sobre o Cerrado, 8.; International Symposium on Tropical Savannas, 1., 1996, Brasília, DF. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: anais / Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the tropical savannas: proceedings. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. P.33-38.

BOHM, W. Methods of studying root systems. New York, Springer-Verlag, 1979. 194P.

BONDE, T.A.; CHRISTENSEN, B.T. & CERRI, C.C. Dynamics of soil organic matter as reflected by natural <sup>13</sup>C abundance in particle size fractions of forested and cultivated soils. Soil Biology and Biochemistry. 24:275-277, 1992.

BRASIL, F. C. Estudo de características morfológicas radiculares de uma pastagem de *Brachiaria humidicola* com auxílio de análise digital de imagens. Tese de mestrado. UFRRJ, Seropédica, 2001.120p.

BRASIL, F.C.; STOCCO, F.C.; PESSANHA, A.L.; SOUTO, R.L.; ZONTA, E.; ROSSIELLO, R.O.P. Distribuição e Variação Temporal de Características Radiculares de *Brachiaria humidicola* em um Planossolo Arenoso. Anais XXXVII Reunião Anual da Soc. Bras. Zootecnia de 24-27 de julho, Viçosa. (Expandido), 2000.

BRASIL, FELIPE DA COSTA Variabilidade Espacial e Temporal de Características Morfológicas do Sistema Radicular de Gramíneas Forrageiras. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

BREMER, J. M. 1965 Total Nitrogen. In BLACK, C. A. et al., Eds. Methods of soil analysis, part 2. Agronomy series ? 9. ASA, Madison, Wisc. p. 1149-1178.

CAMARGO FILHO, S.T. Recuperação de área degradada no Município de Paty do Alferes pela introdução de gramíneas forrageiras e leguminosas arbóreas. Tese de Mestrado. UFRRJ, Seropédica, 1999. 107 p.



CANADELL, J. G.; PITELKA, L. F.; INGRAM, J. S. I. The effects of elevated [CO<sub>2</sub>] on plant-soil carbon below-ground: A summary and synthesis. *Plant and Soil*. V.187, p. 391-400, 1996.

CANTARUTTI, R. B.; NOVAIS, R. F.; SANTOS, H. Q.. Calagem e adubação fosfatada de pastagens – mitos e verdades. IN: PEREIRA, Odilon Gomes; OBEID, Jose Antonio; FONSECA, Dilermando Miranda; JÚNIOR, Domício do Nascimento. II Simpósios sobre manejo estratégico da pastagem, Viçosa, Suprema Gráfica Editora Ltda., 2004. 1-23p.

CECATO U.; JOBIM, C. C.; REGO, F. C. A.; LENZI, A.; Sistema radicular-componente esquecido das pastagens. In: II Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa :UFV departamento de zootecnia, 2004. p.159-207.

CERRI, C.C; ANDREUX, F. & EDUARDO, B.P. O ciclo do carbono no solo. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S. M. & NEVES, M.C.P. Microbiologia do solo. Campinas, Soc. Bras. Ciência do Solo. pp 73-90, 1992.

CERRI, C.C ;& MORAES, J.F.L. Conseqüências do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: Guerrini I.A. (Ed) Encontro sobre matéria orgânica do solo: Problemas e soluções. Botucatu, 1992. 203p

CHAGAS, K. A.; MAURI, J.; ZONTA, E.; PEREIRA, M. G.; MATTIELLO, E. M.; BRASIL, F. C. Comportamento fenológico de três espécies arbóreas cultivadas em solução nutritiva submetidas ao Al, 4.,2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

CHONÉ, T.; ANDREUX, F.; CORREA, J.C.; VOLKOFF, B. & CERRI, C.C. Changes in organic matter in a oxissol from the Central Amazonian forest during eight years as pastures, determined by <sup>13</sup>C isotopic composition . In: BERTHELIN, J.; ed diversity of environmental biogeochemistry. Amsterdam, Elsevier, p. 397-405, 1991.

CHRIQUI, D.; GUIVARC'H, A.; DEWITTE, W.; PRINSEN, E.; ONKELEN, H. V. ROL GENES AND ROOT INITIATION AND DEVELOPMENT. *Plant and soil* v.187, p. 47-45, 1996.

CLARK, R. B.; ALBERTS, E.E.; ZOBEL, R.W.; SINCLAIR, T. R.; MILLER, M. S.; KEMPER, WS. D.; FOY, C. D. Eastern gamagrass (*Tripsacum dactyloides*) root penetration into and chemical properties of claypan soils. *Plant and Soil*. V. 200, p. 33-45, 1998.

CORDEIRO, F. C. Indicadores de Qualidade do Solo em Áreas de Pastagem Plantada no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

DIAS –FILHO, M. B.; Competição e sucessão vegetal em pastagens In: II Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa :UFV departamento de zootecnia, 2004. p.251-288.

DIAS, P. F. Efeito das copas de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na fauna do solo em pastagem de um híbrido de *Digitária*. Seropédica - RJ: 2005. (Tese, Doutor em Ciências, UFRRJ, 1. A, Departamento de Fitotecnia).

DIAS-FILHO, M.B. Alguns aspectos da ecologia de sementes de duas espécies de plantas invasoras da Amazônia Brasileira: implicações para o recrutamento de plântulas em áreas

manejadas. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (ed). Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo. Manaus: INPA, 1998. p. 233-248.

DIAS-FILHO, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 125p

DOORMAR, J.F.; FOSTER, R.C. Nascent aggregates in the rhizosphere of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Can.J. Soil Sci. v.71, p.465-474, 1971.

EMATER-RIO (Niterói, RJ). Relatório anual de produção agrícola, animal e valor da produção dos municípios da região noroeste. Niterói, 1997. 70p.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. EMBRAPA CNPS, Rio de Janeiro, RJ. 1997. 212p.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J.A. Formação de pastagem: primeiro passo para a sustentabilidade IN: OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G. FONSECA, D. M.; JÚNIOR, D. N. Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa :UFV departamento de zootecnia, 2002. p.1-42.

FERNANDES, M. S. & ROSSIELLO, R. O. P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. Critical Reviews in Plant Sciences, Boca Raton, v.14, p111-148, 1995.

FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Eds.). Calagem e adubação de pastagens. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, P. 93-123, 1986.

FERNANDES; E.D. TAVARES; M. L. da S. LEAL (Ed.). Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju, p.13-17, 1999.

FERRARI NETO, J. Limitações nutricionais para o capim colonião (*Panicum máximum* jacq) a braquiária (*Brachiaria decumbes*) em latossolo da região noroeste do estado do Paraná. Lavras:Escola Superior de Agricultura de Lavras , 1991. 126 p. dissertação (mestrado em solos e nutrição de plantas) – Escola superior de Agricultura de Lavras, 1991.

FISHER, M.J.; RAO, I.M.; AYARZA, M.A.; LASCANO, C.E.; SANZ, J.I.; THOMAS, R.J. & VERA, R.R. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. Nature 371:236-238, 1994.

FITTER, A. H. Characteristics and functions of root systems. In: EASEL, Y.; ESHEL, A., (Eds) Plant roots: the hidden half. New York, Marcel dekker, p. 3-25, 1991.

FONTANA. A. Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica em solos do Brasil. 631.417F679cT Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do solo) – instituto de agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

FOY, C. D. Tailoring plants to fit problem soils-progress and problems for future research. In: Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production. (Eds) MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; SCHAFFERT, R.E.; FAGERIA, N. K.; ROSOLEM, C. A.; CANTARELLA, H. Brazilian Soil Science Society. p. 55-58, 1997.

FREIRE, R. L.; BLOISE R. M.; MOREIRA, G.N.C; EIRA, P. A. Análise química do solo IN: DE POLLI, H; ARAÚJO G S.; ALMEIDA, D. L.; CUNHA, L. H; FREIRE, R., L.; SOBRINHO, N. M. B. A.; PEREIRA, N. N. C.; DA EIRA, P. A.; BLOISE, M. R.; SALEK, R. C. Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro, série ciências agrárias, número 2, Itaguaí, 19898, 13-23 p.

FREITAS, P., L.; BLANCANEUX, P.; GAVENIELLI, E., LARRÉ-LARROUY, M. C. e FELLER C.. Nível e natureza do estoque orgânico de latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. Pesquisa agropecuária Brasileira: Brasília, 2000, v35, n1, p 157-170.

GARCIA, S.; LAGES, R.. Estatística experimental curso de extensão, Viçosa, 2001, 268p.

HOOGERHEIDE, H. C.; ZAQUEU, S. A. M.; MONTEZANO, F.; MONTEIRO, F. A. Influência da relação cálcio, magnésio e potássio no crescimento e nutrição do capim-marandu. 4., 2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

HOWELER, R. H.; SIEVERDING, E. SAIF, S. practical aspect of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. Plant and Soil. V.100, p. 249-283, 1987.

HUNPHREYS, L. R.; Tropical pasture utilization. Australia: Cambrige University Press. 2006p. 1991.

HURTADO, S. M. C.; DE PAULA, A. M. ; SILVAM, C. A. ; PAGLIS, C. M. . Influência da saturação por cálcio e magnésio e da relação ca:mg na escolha do corretivo e espacialização da necessidade de calagem4.,2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **a**. Base de dados: municípios, Itaperuna\_amostra Brasília, 2006 disponível em <<http://www.ibge.br>> acesso em: 11 de maio de 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **b**. Base de dados: municípios, Itaperuna\_empresas Brasília, 2006 disponível em <<http://www.ibge.br>> acesso em: 11 de maio de 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **c**. Base de dados: municípios, Itaperuna\_lavperm Brasília, 2006 disponível em <<http://www.ibge.br>> acesso em: 10 de maio de 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **d**. Base de dados: municípios, Itaperuna\_lavtemp Brasília, 2006 disponível em <<http://www.ibge.br>> acesso em: 11 de maio de 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **e**. Base de dados: municípios, Itaperuna\_prodpec Brasília, 2006 disponível em <<http://www.ibge.br>> acesso em: 11 de maio de 2006

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Base de dados: Agrometeorologia, balanço hídrico climático 1961-1990, Itaperuna-RJ. Disponível em: <<http://www.imet.gov.br>> acesso em: 11 de maio de 2006

JACKSON, R. B.; MOORE, L. A.; HOFFMANN, W. A.; POCKMAN, W. T., LINDER, C. R. Ecosystem rooting depth determined with caves and DNA. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. V. 96, p. 11387-11392, 1999.

JANTALIA, C. P.; VILELA, L.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Integração lavoura pecuária como uma tecnologia sustentável para o cerrado; estudo de caso. IN: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. A. O. Manejo de sistemas agrícolas, impacto no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa. Porto Alegre: Gênese, 2006, p.109- 131.

JARVIS, S.J. Soil-plant-animal interactions and impact on nitrogen and phosphorus cycling and re-cycling in grazed pastures. *In*: International Symposium: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. A. de Moraes; C.Nabinger; P.C.de F. Carvalho, S.J. Alves; S.B.C. Lustosa (Eds.). Curitiba: UFPR, p. 215- 234, 1999.

JUNIOR, N. D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem In: II Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa :UFV departamento de zootecnia, 2004. p. 289-346.

KIEHL,E. J..Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Editora Agronômica Aeres Ltda., 1985. 492p.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. de. Renovação de pastagens de cerrado com arroz. I – Sistema Barreirão. Goiania, embrapa-cnpaf, 1991. 20p (EMBRAPA-CNPAF. documentos, 33).

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Wwater relations of plants and soils. Orlando: Academic Ppress, 1995.

LEPSCH, I.F. Formação e conservação dos solos, reimpressão São Paulo: oficina dos textos, 2002. 178 p

LILIENFEIN, J.; WILCKE, W.; VILELA, L.; AYARZA, M. Â.; LIMA, S. C.; ZECH, W.. Soil Fertility under Native Cerrado and Pasture in the Brazilian Savanna Soil science, Am. J. 67: 1195-1205 (2003).

MACEDO, M. C. M. ZIMMER, A H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: FUNESP: UNESP, 1993. p.216-245.

MACKAY, A. D, BARBER, S.A. Effect of nitrogen on root growth of two corn genotypes in the field. Agronomy Journal, 78: 699-703, 1986.

MAGALHÃES, L.M.S.; SANTANA, C.A.A.; FRICKMAM, F.C.; RODRIGUES, F.C.P.; CARVALHO, C.M.D.; SANTOS, M.D.; OLIVEIRA, R.; COSTA, S.R.D.; BLOOMFIELD, V. Fragmentos de florestas secundárias, em encostas, no Município de Paty do Alferes, RJ. In: WORKSHOP SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS EM TERRAS MONTANHOSAS, 1997, Paty do Alferes, RJ. Anais 1997.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas, São Paulo:editora agronômica Ceres Ltda., 1980. 251p

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e adubações São Paulo: Nobel 2002.200p

MARTORANO, L.G.; ROSSIELLO, R. P. O.; MENEGUELLI, N. A.; LUMBRERAS, J. F.; LEONIDAS, S. S. V.; MOTTA, P. E. F.; REBELLO, E. R. G.; MARTINS, G. S. Aspectos climáticos do noroeste fluminense, RJ. Rio de Janeiro: documentos Embrapa Solos, fevereiro de 2003. 26P.

MATTA, F. M. Mecanismos fisiológicos associados ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. *In*: Anais Workshop sobre sistema radicular: Metodologias e Estudo de Casos. M.F.

MAURI, J. ; CHAGAS, K. A.; ZONTA, E.; PEREIRA, M. G. ; JÚNIOR, A. E.; MATIELLO, J. D.; Acúmulo de N P e K em espécies arbóreas cultivadas em solução nutritiva submetidas ao alumínio. 4.,2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

McCULLY, M. E. Roots in soil: unearthing the complexities of roots and their rhizospheres. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. V.50:695-718, 1999.

MEIRELLES, N. M. F. Degradação de pastagens – Critérios de avaliação. *In*: Recuperação de pastagens 2. ed. Revisada PAULINO, V.T. E FERREIRA, L.G.(Ed.). Instituto de Zootecnia de Nova Odessa . p. 15-22, 1993.

MELLO, N. A.; SALTON, J. C.; MATSUOKA, M.; CARVALHO, P. C. F.; ZANATTA, J. A. Atributos químicos de um argissolo sob pastagem natural submetido a diferentes pressões de pastejo. . 4.,2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURLNI NETO; A. E., DOS SANTOS; I. P. A.; TAVARES, V. B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-mombaça, capim-marandu e capim-andropogon em vasos I. *Revista Brasileira de Zootecnia* :, v33, n2, p290-301, 2004.

MEURER E. J.; INDA JR., A.V. Potássio e adubos potássicos *IN*: BISSANI C.A. GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F.A.O. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Gênese UFRGS departamento de solos, 2004. p.139-152.

MEURER, E.J. Fundamentos de química do solo 3ª ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285p.

MIELNICZUCK, J. Importância do estudo de raízes no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. *In*: Anais Workshop sobre sistema radicular: Metodologias e Estudo de Casos. M.F. FERNANDES; E.D. TAVARES; M. L. da S. LEAL (Ed.). Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju p.13-17, 1999.

MONTEIRO, F. A. Concentração E Distribuição de nutrientes em gramíneas e leguminosas forrageiras *In*: II Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa :UFV departamento de zootecnia, 2004. p.159-207.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. S. Degradação de pastagens na região Amazônica propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.11, p.1409-1418, nov.2001.

NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; SERRAO, E. A. S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agriculture restoration. *Ambio*. V. 20, p.248-255, 1991.

OLIVARES, F. L. Taxonomia, Ecologia e mecanismos envolvidos na Infecção e colonização de Plantas de cana-de-açúcar (*Saeckanun* híbrido) por bactérias Endofíticas do Gênero *Herbaspirillum*. Tese de doutorado. UFRRJ, Seropédica, 1997. 380p.

OLIVEIRA, M.R.G.; VAN NOORDWIJK, M.; GAZE, S.R.; BROUWER, G.; BONA, S.; MOSCA, G. HAIRIAH, K. Auger sampling, ingrowth cores and pinboard methods. *In*: SMIT, A.L.; BENGOUGH, A.G.; ENGELS, C.; VAN NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; VAN DE GEIJN, S.C. (Eds) *Root methods: a handbook*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.176-206, 2000.

OLIVEIRA, O. C. Parâmetros químicos e biológicos relacionados com a degradação de pastagens de *Brachiaria brizantap*. no cerrado brasileiro. Tese de doutorado. UFRRJ, Seropédica, 2000. 243p.

PACOVSKY, R. S. Associação entre microorganismos e o sistema radicular das plantas. *In*: Anais Workshop sobre sistema radicular: Metodologias e Estudo de Casos. M.F. FERNANDES; E.D. TAVARES; M. L. da S. LEAL (Ed.). Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju, p .13-17, 1999.

PÁDUA, T. R. P.; SILVA, C. A.; RANGELM, O. J. P. Correção da acidez de latossolo sob influência de diferentes coberturas vegetais e modos de aplicação de calcário. 4.,2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

PARSONS, A. J.; JHONSON, I. R.; HARVEY, A. Use of model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Sciancy*, v. 43, n.1, p.49-59,1988.

PINTO, L. F. M.; SILVA, S. C. ; SBRISSIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. . Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. *Scientia Agrícola*: 2001, V58, n3, p 439-447.

POLLI, H; ARAÚJO G S.; ALMEIDA, D. L.; CUNHA, L. H; FREIRE, R., L.; SOBRINHO, N. M. B. A.; PEREIRA N. N. C.; DA EIRA P. A.; BLOISE, M. R.; SALEK, R. C. Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro, série ciências agrárias, número 2, Itaguaí, 19898, 13-23 p.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Recuperação de pastagens degradadas sob manejo intensivo, sem revolvimento de solo, e seu monitoramento. *In*: III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas - SINRAD Ouro Preto –MG, 1997, p 150-155.

QUADROS, D. G.; RODRIGUES, L. R. A.; DE JESUS, T.; RODRIGUES, D.; RAMOS, A. K. B; PAROLIN, F. J.T.. Acúmulo de massa seca e dinâmica do sistema radicular do estilosante mineirão submetido a duas intensidades de desfolhação. *Ciencia animal Brasileira* 2004 v 5, n 3, p. 113-122.

RAO, I. M.; KERRIDGE, P.C.; MACEDO, M. C.M. Nutrition requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils. *In*: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. CIAT, Cali, Colombia. p. 53-71, 1996.

RAVEN, P. H. EVERT, R. F; EICHHORN,S.E. *Biologia vegetal* 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara. Koogam, 2001.906p.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado Meio Ambiente e Projetos Especiais. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IBAMA / Instituto Estadual de Florestas, 1994. Mapa colorido. 79x113 cm. Escala 1: 400.000.

ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant – its form and function. In: The grass crop-the physiological basis of production. JONES, M.B.; LAZENBY, A.(Ed). Chapman and hall, New York. p. 25-84, 1988.

ROCHA FILHO, J.; JORGE, L.A.C.; PRIMAVESI, O. & CRESTANA, S. Distribuição radicular de forrageiras, afetada pela intensidade de manejo, avaliada por análise de imagens digitais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia. Resumos expandidos, ESALQ/SBCS, 1996.

RODRIGUES, A. C. G.; CADIMA-ZEVALOS, A. Efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema radicular de pastagem.

ROSCOE, R. Rediscutindo o papel dos ecossistemas terrestres no seqüestro de carbono. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.20. n.2. p.209-223, maio/ago,2003.

ROSSIELLO, R. O. P.; BRASIL, F. C.; OLIVARES, F. L.; ZONTA, E.; MARIANO, M. A.; ALVES, V. F. Avaliação da proporção de raízes vivas e mortas de *Brachiaria brizanta*. utilizando cloreto de tetrazólio e microscopia ótica. Resúmenes 14º Congresso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, p. 371,1999.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J.G. 1981. Low-input technology for managing Oxisols and Udisols in tropical American. Adv. Agron. V.34, p. 279-406.

SAS. SAS INSTITUTE INC. SAS system for Microsoft Windows release 8.1. Cary, NC, 2000. Conjunto de programas. CD ROM.

SCHUNKE, R.M. Qualidade, Decomposição e Liberação de Nutrientes da Littera de Quatro Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Tese de doutorado. UFRRJ, Seropédica, 1998. .

SCHUURMAM, J.J.; GOEDEWAAGEN, M.A.J. Methods for the examination of root systems and roots, 2 nd . Edn. Center for Agricultural publishing and documentation, Wageningen, the Netherlands.1991.

SCURLOCK, J.M.O.; HALL, D.O. The global carbon sink: a grassland perspective. Global Change Biology, 4: 229- 233, 1998.

SILVA, I. R.; SILVA, R.; GEBRIM, F.O.; NOVAIS, Robert.o Ferreira; FONTEI, E.lizabeth P.acheco; MOURA, V.ladimir Z.echinelli; TEIXEIRAL, J.osé L.uiz; Tolerância ao alumínio em solução nutritiva por plantas transgênicas com expressão diferenciada da proteína bip.5.,2004, Lages: UDESC, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, M.C.; SANTOS, M.V. F.; JR, J. C. B. D.; LIRA, M. A.; SANTANA, D. F.Y.; FARIAS, I.; SANTOS, V. F. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de Braquiária no agreste de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia ., v.33, n.6, supl. 2, p.1999-2006, 2004.

SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 3, Jaboticabal, 1997. Anais Jaboticabal: UNESP, FCAV, 1997, p.1-62.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Microbial populations and activities in highly-weathered acidic soils: highlights of the Brazilian research. In: Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production. (Eds) MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; SCHAFFERT, R.E.; FAGERIA, N. K.; ROSOLEM, C. A.; CANTARELLA, H. Brazilian Soil Science Society. p. 55-58. 1997.

SMITH, N.J.H.; SERRÃO, E.A.S.; ALVIN, P. DE T.; FALESI, I.C. Amazônia: resilience and dynamism of the land and its people. Tokyo: United Nations University Press, 1995. 268p

SOUZA, E.R. Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola. Universidade Federal de Lavras, 1996. 91p. (Dissertação de Mestrado).

STAFANATO, J. B.; VIANA, A. A.; ETCHEVERRIA, F. H.; CORREIA, F. C.; PIMENTA, L. M. M.; COSTANTINI, A.; BRASIL, F. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Comparação de métodos de amostragem para quantificação da massa seca de raízes de uma pastagem de *Brachiaria humidicula*. 4. 2002, Rio de Janeiro. Anais Fertbio, Rio de Janeiro Departamento de solos-UFRRJ, curso de Pós Graduação em Agronomia-UFRRJ 2002. 1. CD-ROM.

TEDESCO M. J.; BISSANI, C. A. Acidez do solo e seus efeitos nas plantas IN: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO M. J.; CAMARGO, F.A.O. Fertilidade dos solos e manejo de adubação de culturas, Porto Alegre: metrópole indústria gráfica LTDA, 2004.75-92p.

TEDESCO, M.G.; GIANELO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Departamento de solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1995, 174p.

MARINO JOSÉ TEDESCO, M. J. - Análises de solo, plantas e outros materiais - 2.ed ver.e ampl.– Departamento de Solos, UFRGS, Porto Alegre.1995.174 pg.

TISDALL, J.M. Formation of soil aggregates and accumulation of soil organic matter. In: CARTER, R.M.; STEWART, B.A. (Eds.) Structure and organic matter storage in agricultural soils. Lewis Publishers, Boca Raton, p.57-95, 1996.

URQUIAGA, S.; CADISH, G.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; GILLER, K. E. Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability of soil nitrogen. Soil Biology & Biochemistry. V:30, p. 2099-2106, 1998.

VAN NOORDWIJK, M. Methods for quantification of root distribution pattern and root dynamics in the field. 20 th, Colloquium International Potash Institute, Bern, Switerland, p.263-281, 1987.

VAN NOORDWIJK, M. VAN DE GEIN, S. C. Root shoot and soil parameters required for process orientated models of crop growth limited by water or nutrients. Plant and Soil. V. 185, p. 1-25, 1996.



VAN VEEN, J.A.; MERCKX, R. & VAN de GEIJN, S.C. Plant-and-soil-related controls of flow of carbon from roots through the soil microbial biomass. *Plant and Soil*, 115:179-188, 1989.

VOGT, K. A.; VOGT, D. J. and JANINE BLOOMFIELD. Analysis of some direct and indirect methods for estimating root biomass and production of forest at in ecosystem level. *Plant and Soil*. V: 200, p. 71-89, 1998.

WOOMER, P.L.; MARTIN, A.; ALBRECHT, A; RESCK, D.V.S.; SCHARPENSEEL, H.W. The importance and management of soil organic matter in the tropics. In: *The Biological Management of tropical Soil Fertility*. Woomer, P.L. & Swift, M.J., eds. Chichester: John Wiley & Sons, 3, p. 47-80, 1994.

ZONTA, E. Estudos da tolerância ao alumínio em arroz de sequeio e seus efeitos sobre interface Solo-Planta. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do solo) – instituto de agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 135 pag., 2003.

ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; GOI, S. R.; ROSA, M. M. T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: FERNANDES, M. S. (Editor) *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa – MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.53-88.

ZUCHELLO, F.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H.C.; PIMENTA, L. M. P.; PEREIRA, M. G.; STAFANATO, J.B.; SOUZA M. E. Fertilidade do solo e teor de nutrientes nas raízes de pastagens cultivadas no noroeste do estado do Rio de Janeiro, 4. 2006, Bonito. *Anais Fertbio a busca das raízes*, Bonito EMBRAPA Agropecuária Oeste 2006. 1. CD-ROM.

## 7 ANEXOS

**ANEXO A** – Síntese do projeto RADEMA (Sistemas pastoris sustentáveis utilizando práticas de plantio direto para recuperação de áreas degradadas em relevo declivoso do Bioma Mata Atlântica na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro).

O material de estudo utilizado nesta dissertação foi coletado na fazenda Pau-Ferro, localizada no Município de Itaperuna Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, na Unidade de Pesquisa Participativa e Demonstrativa - Upepade N<sup>o</sup> 5 (Diminuição da idade de novilhas à primeira cria – Sistema silvipastoril). O estudo é parte das atividades do sub projeto 3 (Monitoramento e seleção de indicadores de recuperação da qualidade ambiental das terras de relevo declivoso na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro), que integrou o projeto RADEMA (Sistemas pastoris sustentáveis utilizando práticas de plantio direto para recuperação de áreas degradadas em relevo declivoso do Bioma Mata Atlântica na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro). (Sustainable pastoral systems using no till practices for recuperation of degraded areas on rolling topography of the Atlantic Forest Biome in the Northwestern Region of Rio de Janeiro State. Brazil), financiado com recursos do PRODETAB, projeto número 106 – 02/99.

O presente projeto teve como entidades participantes: a Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária CNPS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa Solos; a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, através do Departamento de Solos; a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Pesagro – Rio; e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro - EMATER – RIO. Contou ainda, com a colaboração e a participação seguintes instituições: Instituto Rede Brasileira Agroflorestral – REBRAAF; Embrapa Agrobiologia; Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; produtores rurais.

**ANEXO B** - Descrição do perfil de solo da Unidade de Pesquisa Participativa e Demonstrativa - Upepade N<sup>o</sup> 5, na Fazenda Pau-Ferro, município de Itaperuna, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

### **Descrição do perfil de solo da área experimental**

**Número de campo:** U5 P3

**Data:** 23.08.01

**Classificação:** ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/muito argilosa, A moderado, mesoeutrófico, caulínítico, mesoférrico, ácido, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado.

**Classificação anterior:** PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb eutrófico A moderado, textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado.

**Localização, município, estado e coordenadas:** Upepade No 5, Faz. Pau-Ferro, Itaperuna, RJ. Coordenadas 21° 13' 44" S. e 41° 54' 49" W.Gr.

**Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil:** terço médio de encosta com 45 a 50% de declive sob pastagem.

**Altitude:** 173 metros.

**Litológica, formação geológica e cronologia:** biotita-gnaïsse, Unidade Santo Eduardo, Pré-Cambriano.

**Material originário:** produto de alteração das litologias supracitadas.

**Pedregosidade:** não pedregosa.

**Rochosidade:** não rochosa.

**Relevo local:** forte ondulado.

**Relevo regional:** forte ondulado.

**Erosão:** laminar ligeira.

**Drenagem:** bem drenado.

**Vegetação primária:** floresta tropical subcaducifólia.

**Uso atual:** pastagem *Brachiaria brizanta*.

**Descrito e coletado por:** J. F. Lumbreras, A. L. Lemos e U. P. Said.

### **Descrição Morfológica**

**Ap** 0-13cm, bruno - escuro (7,5YR 3/2); franco-argiloarenosa; moderada/forte pequena granular e blocos subangulares; dura; friável, plástica e pegajosa; muitos poros pequenos e médios; transição plana e clara.

**BA** 13-45cm, bruno - avermelhado (5YR 4/4); argiloarenosa; moderada média blocos angulares; muito dura/extremamente dura, friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos e médios; transição plana e gradual.

**Bt1** 45-96cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos e médios; transição plana e difusa.

**Bt2** 96-155cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos e médios.

**Raízes** muitas finas no Ap, poucas finas no BA e raras finas no Bt1 e Bt2.

**Observações:** poucos termiteiros; horizonte BA muito endurecido; atividade biológica em comum quantidade no perfil (cupins); presença de poucos tocos com 40 cm de altura.

## Análises Físicas e Químicas

Amostra de laboratório: 01.0761/0764  
 Número de campo: U5P3

Horizonte		Frações da amostra total g/kg			Granulometria da terra fina g/kg				Argila dispersa em água g/kg	GF %	Silte/argila	Densidade g/cm <sup>3</sup>		Poros cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup>
Hor.	Prof cm	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	Part	
Ap	0-13	0	0	1000	427	174	116	283	222	21	0,41	1,27	2,56	50
BA	-45	0	0	1000	283	125	127	465	0	100	0,27	1,35	2,53	47
Bt1	-96	0	0	1000	152	83	74	691	0	100	0,11	1,28	2,56	50
Bt2	-155	0	0	1000	183	83	84	650	0	100	0,13	1,21	2,67	55
Hor.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo, cmol/kg								Valor V %	Al sat %	P mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S (soma)	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T (soma)				
Ap	5,4	4,8	1,4	1,1	0,06	0,02	2,6	0,1	1,9	4,6	56	4	1	
BA	5,5	5,1	0,9	0,5	0,02	0,02	1,4	0	0,7	2,1	67	0	1	
Bt1	5,5	5,2	0,6	0,9	0,01	0,02	1,5	0	1,0	2,5	60	0	1	
Bt2	5,4	4,8	0,	9	0,01	0,02	0,9	0,1	0,9	1,9	47	10	1	
Hor	C (org.) g/kg	N g/kg	Relação C/N	Ataque sulfúrico g/kg						Relações moleculares			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre g/kg	CaCO <sub>3</sub> g/kg
				g/kg						SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO					
Ap	9,8	0,8	12	108	103	45	10,1			1,78	1,39	3,59		
BA	4,5	0,6	7	145	155	64	10,8			1,59	1,25	3,80		
Bt1	3,4	0,5	7	173	219	87	10,5			1,34	1,07	3,95		
Bt2	2,2	0,4	5	210	222	89	10,3			1,61	1,28	3,92		

Relação textural: 1,6