

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE PASTO EM UM LATOSSOLO AMARELO DA  
AMAZÔNIA CENTRAL

JOSÉ CARLOS CORRÊA

*Engenheiro agrônomo*

Orientador: Prof. Dr. KLAUS REICHARDT

Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de Doutor em  
Agronomia. Área de Concentração:  
Solos e Nutrição de Plantas.

Piracicaba

Estado de São Paulo-Brasil

Novembro-1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da  
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

---

C824a      Corrêa, José Carlos  
            Avaliação da degradação de pastos em um latossolo  
            amarelo da Amazônia Central. Piracicaba, 1989.  
            111p. ilustr.

Tese - ESALQ  
Bibliografia.

1. Latossolo amarelo - Efeito do pastejo - Amazônia Central  
2. Pastagem - Solo - Degradação  
3. Solo - Efeito do pastejo - Amazônia Central  
4. Solo - Propriedade físico-química - Amazônia Central  
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 631.45

À minha mãe Para, presença pura de simplicidade  
e humildade, fonte viva de força e entusiasmo  
com que sempre me encorajou .

À minha esposa Ana e D. Risette pelo apoio  
e dedicação e aos meus irmãos pela amizade

A meus filhos Carlos Felipe e Carlos  
Fabio, herdeiros desta conquista, desejando  
fardo que ao longo de suas vidas semeiem  
trabalho dignidade e honestidade

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às seguinte pessoas e instituições:

Ao Prof.<sup>o</sup> Dr. Klaus Reichardt pela orientação prestada, amizade, respeito profissional e atenção que sempre dispensou.

Ao colega pesquisador da EMBRAPA Dr. Afonso Celso Candeira Valois pelo apoio, empenho dos meios necessários para a realização deste trabalho.

Aos colegas pesquisadores José Jackson B.N. Xavier e Manoel S. Cravo, pela amizade e companheirismo, aos laboratoristas da EMBRAPA/UEPAE de Manaus e a todos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa de estudo concedida.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pelo treinamento recebido.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela oportunidade concedida para a realização do doutorado.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
SUMMARY.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Clima.....	04
2.2. Vegetação.....	05
2.3. Solos.....	07
2.4. Alterações edáficas com o sistema de manejo de pastagens.....	08
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Área de estudos.....	18
3.1.1. Localização.....	18
3.1.2. Clima.....	20
3.1.3. Solo.....	21
3.1.4. Sistema de manejo das áreas estudadas.....	23
3.2. Procedimento na amostragem.....	29
3.2.1. Medidas e amostragem.....	30
3.3. Preparação das amostras e análise.....	31
3.3.1. Análise física das amostras de solo.....	31
3.3.2. Análise química das amostras de planta.....	32
3.3.3. Análise química das amostras de solo.....	32
3.4. Análise estatística.....	33

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1. Autocorrelação dos parâmetros de solo.....	35
4.2. Alterações químicas do solo.....	37
4.3. Análise da matéria seca da <i>Braquiaria humidicola</i> .....	47
4.4. Alterações físicas do solo.....	51
5. CONCLUSÕES.....	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
APÊNDICE 1.....	78
APÊNDICE 2.....	102

# AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE PASTO EM UM LATOSSOLO AMARELO DA AMAZÔNIA CENTRAL

Autor: José Carlos Corrêa

Orientador: Prof. Dr. Klaus Reichardt

## RESUMO

Nos últimos vinte anos a produção pecuária na Amazônia passou, de forma crescente, a ser desenvolvida em áreas originalmente de florestas. Com a remoção da cobertura vegetal natural e a implantação de pastagens, tem ocorrido uma série de alterações nas propriedades físicas e químicas dos solos. Entretanto, a identificação e interpretação dessas mudanças é dificultada devido a variabilidade espacial das áreas estudadas.

Com o objetivo de chamar a atenção para os problemas relacionados à heterogeneidade das áreas estudadas e identificar as alterações físicas e químicas do solo sob pastagem de *Brachiaria humidicola*, em relação ao solo sob floresta, foram coletadas amostras de solo e planta, em faixas de 150 metros, estaqueadas de 3 em 3 metros, para cada parcela amostrada.

O coeficiente de autocorrelação dos parâmetros físicos e químicos do solo sob floresta e pastagem

decreceram abruptamente para valores não significativos, a menor distancia entre os pontos amostrados, indicando que estes são independentes espacialmente.

O preparo das áreas para a implantação do pasto, através da derruba manual, queima da floresta e pastejo de bovinos, melhoraram a fertilidade do solo em relação à floresta; entretanto, o fósforo e o nitrogênio apresentaram-se deficientes.

Com o tempo de pastejo, há uma tendência em aumentar a compactação da camada de 0-10cm do solo e, conseqüentemente, o impedimento mecânico à penetração das raízes da *B. humidicola* poderá limitar o seu desenvolvimento.



# APPRAISAL OF PASTURE DEGRADATION IN A YELLOW LATOSOL OF CENTRAL AMAZON

Author: José Carlos Corrêa

Adviser: Prof. Dr. Klaus Reichardt

## SUMMARY

During the last twenty years cattle raising in the Amazon region was increasingly developed in areas originally under forest. With the renovation of the natural vegetative cover and the implantation of pastures, a series of alterations has occurred on physical and chemical properties of soil. However the identification and interpretation of these changes becomes difficult due to the spatial variability of the areas studied.

With the objective of pointing to the problems related to the heterogeneity of the areas studied and of identifying soil physical and chemical alterations in pastures of *Brachiaria humidicola*, in comparison to soil under forest, soil and plant samples were collected in a regionalized scheme, along transects of 150m, with a lag of 3m between sampling points.

Autocorrelation coefficients for physical and chemical soil properties for forest and pasture decreased abruptly to non significant values, for distances of the order of one lag, indicating a spatial independence.

Preparation of areas for pasture implantation through manual deforestation and burning and further use for cattle grazing improves soil fertility as compared to forest soil; however phosphorus and nitrogen showed deficiencies.

There is a tendency of an increase of soil compaction in the 0-10cm soil layer with the increase of the time under pasture and, consequently, the mechanical impediment of root development.

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças ecológicas ocorridas com o desmatamento de grandes extensões da floresta amazônica para a implantação de pastagem tem sido, nos últimos anos, objeto de grande polêmica tendo em vista as implicações relacionadas com a preservação dos recursos naturais da região.

Nos últimos vinte anos a produção pecuária na Amazônia passou, de forma crescente, a ser desenvolvida em áreas originalmente de florestas, sendo que cerca de 5 milhões de hectares destas áreas, localizadas principalmente ao longo das rodovias de integração existente na região, já tenham sido transformadas em pastagens cultivadas (VEIGA *et alii*, 1985).

O estabelecimento de pastagens cultivadas no Estado do Amazonas teve ensejo com a abertura das rodovias Manaus-Boa Vista (Rr), Manaus-Porto-Velho, Manaus-Itacoatiara (AMD) e, principalmente, com o advento dos incentivos fiscais proporcionados pelo governo federal.

A implantação destas pastagens inclui, na maioria dos casos, derrubada da floresta, queima da biomassa vegetal e semeadura das forrageiras ou, em menor escala, o desbravamento da floresta por meios mecânicos, com o uso de trator e posterior semeadura.

Com a remoção da cobertura vegetal natural e a implantação de pastagens, tem ocorrido uma série de alterações nas propriedades físicas e químicas dos solos. Essas modificações antrópicas podem ser de caráter positivo ou negativo, isto é, tanto podem provocar uma melhoria nas propriedades do solo como também podem acelerar sua degradação, dependendo principalmente da natureza do solo, da espécie vegetal, do sistema de manejo usado e do tempo de exploração agrícola.

Sob o ponto de vista prático e de interesse econômico, o estudo das alterações das propriedades do solo, induzidas pelo manejo, assume relevante importância na previsão dessas alterações, com a finalidade de se direcionar um sistema de manejo que vise a recuperação ou a manutenção do seu potencial agrícola.

Entretanto, a identificação e interpretação das mudanças dessas propriedades tem sido dificultada devido a variabilidade espacial existente nos solos, mesmo quando se trata de uma mesma unidade taxonômica.

O presente trabalho tem por objetivo chamar atenção para os problemas relacionados à heterogeneidade das

3.

áreas estudadas e diagnosticar as alterações físicas e químicas do solo provocadas pelo manejo das pastagens.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A Amazônia brasileira abrange aproximadamente 5 milhões de Km<sup>2</sup> de extensão dos quais 3 milhões de Km<sup>2</sup> são ocupados pelas florestas de terra firme. Essa região é caracterizada de um lado por uma mesma gama de variações climáticas, geológicas e edáficas e, de outro, por uma exuberância diversificada de flora e fauna.

### 2.1. Clima

Conforme a classificação de Koppen (SERRÃO, *et alii* (1979), o trópico úmido brasileiro pode ser dividido em três regiões climáticas distintas: Af (clima tropical chuvoso sem estação seca definida), Am (clima tropical chuvoso com um período seco) e Aw (clima tropical chuvoso com uma estação seca bem definida). O tipo climático Af, restrito ao norte do Estado do Pará e região noroeste da Amazônia,

caracteriza-se por um clima chuvoso durante todo o ano. Por outro lado, o tipo climático Am, já apresenta uma pequena estação seca e desenvolve-se na região central da Amazônia. Finalmente o tipo climático Aw ocupa grande parte da área e é caracterizado por uma estação seca mais prolongada e bem definida.

As chuvas, principalmente nas áreas de clima Am e Aw, se distribuem em épocas distintas. Geralmente, a estação chuvosa se inicia em novembro-dezembro e se prolonga até maio-junho e o período seco ocorre nos demais meses do ano. A precipitação pluviométrica é bastante variável, cujos extremos são de 1300 a 3500mm. De maneira geral existe um superávit hídrico de janeiro a junho e um déficit de agosto a dezembro.

A umidade relativa do ar desta região raramente é menor que 70% e se aproxima de 90%. Conforme BASTOS (1972), a luminosidade varia de 1500 a 3000 horas de radiação solar por ano o que representa 35 a 65% da energia radiante potencial, e indica a ocorrência de um grau de nebulosidade relativamente alto.

## 2.2. Vegetação

As florestas da Amazônia, em geral, e as florestas de terra firme, em particular, apresentam grande diversidade de espécies. Conforme SHUBART (1983), as

florestas de terra firme ocupam 80% da área da Amazônia.

Fisionomicamente, a floresta amazônica apresenta uma paisagem muito uniforme. Entretanto, segundo PIRES (1973), para quem estudar em detalhes, ela mostra uma constante e contínua variação, de local para local, em relação às espécies botânicas que se formam. KLINGE *et alii* (1975) encontraram na Amazônia Central uma média de 65 espécies por hectare pertencentes a 47 famílias e DANTAS *et alii* (1980) encontraram na Amazônia Oriental mais de 1000 indivíduos distribuídos entre 52 famílias e 188 espécies. Na área do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, localizado ao longo da rodovia BR-174 que liga Manaus a Boa Vista, mais de 10 espécies florestais de grande importância econômica foram encontradas pelo IPEAAO (1971). Conforme PIRES (1973), a vegetação que recobre os Latossolos é a floresta equatorial úmida, sempre verde e muito heterogênea, podendo, porém, ser observado em cerrado, cerradão e campo de cerrado.

A fitomassa da floresta Amazônica varia em função das condições edafoclimáticas da região. Conforme SHUBART (1983), são produzidas 20 toneladas/hectare de matéria seca de fitomassa das quais 8 toneladas se deve à queda de folhas mortas, galhos, flores e frutos. KLINGE *et alii* (1975) encontraram na floresta perto de Manaus cerca de 467 toneladas de fitomassa seca por hectare.



### 2.3. Solos

Sobre os solos da Amazônia, segundo FALESI (1972), as unidades taxonômicas que apresentam maior evidência na região são os Latossolos (Oxissóis) ocupando cerca de 70% da Amazônia brasileira e, de acordo com a cor subdividem-se em Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho. Conforme o autor, esses solos são de baixa fertilidade natural, com elevada saturação de alumínio e grande capacidade de fixação de fósforo.

Para SANCHEZ *et alii* (1982) as ordens de solos de maior expressão na região amazônica situada em terra firme são: Latossolos e Podzólicos (Ultissóis). Essas duas ordens, conforme os autores, correspondem a cerca de 75% da área da bacia amazônica. São solos profundos, bem drenados e com boas propriedades físicas, embora muito ácidos e bem deficientes em nutrientes.

De acordo com o mapa de solo do Brasil (EMBRAPA, 1981) assim como dos diversos mapas publicados pelo Projeto RADAM e da extração do trabalho de VIEIRA & SANTOS (1987), há dominância na região amazônica brasileira de Oxissóis (aproximadamente 45%). São seguidos pelos Ultissóis (30%), Alfissóis (7%) onde se inclui principalmente os Podzólicos Vermelho Amarelo Eutrófico e pequena quantidade de Terra Roxa. Solos pedregosos e exclusivamente arenosos

(Entissóis e Inseptsóis) cobrem 8% e solos de várzea Entissóis e Inseptsóis) cobrem 10% da região.

De um modo geral os Latossolos estão correlacionados com áreas geologicamente atribuídas ao Terciário onde a Formação Barreiras aparece com maior representatividade geográfica (OLIVEIRA & LEONARDOS, 1943). Eles são encontrados em relevo plano, suave ondulado e em alguns locais como nas áreas situadas entre Manaus e Itacoatiara (IPEAN, 1969), Cacau Piréira-Manacapuru (SILVA *et alii*, 1970) e rodovia Belém-Brasília (SOMBROEX, 1962) em relevo ondulado.

#### 2.4. Alterações edáficas com o sistema de manejo de pastagens.

Há cerca de 20 anos a pecuária bovina da região amazônica brasileira era desenvolvida em áreas de campos naturais, ocupando cerca de 150.000Km<sup>2</sup> de terras revestidas de vegetação campestre, com uma população de gramíneas, leguminosas e ciperáceas. Esses ecossistemas naturais são utilizados para o criação ultra-extensiva de bovinos e bubalinos, porém com baixo rendimento e baixa produtividade.

A partir de 1960 teve início a era da pastagem cultivada em áreas revestidas de floresta densa e exuberante.

O sistema de abertura de novas áreas para a

exploração agropecuária não é problema nas regiões de savanas onde as árvores são geralmente pequenas e espaçadas. Entretanto, a abertura de florestas densas é um passo crucial que determinará fortemente o futuro da produtividade do solo.

O método tradicional de derruba manual e queima da vegetação é mais eficiente que a abertura mecânica com tratores de esteira porque produz um aumento elevado na fertilidade do solo devido aos nutrientes contidos nas cinzas e evita a compactação e a remoção do solo causada pelos tratores de esteira (SEUBERT *et alii*, 1977; SANCHEZ, 1979). O estabelecimento e o crescimento inicial de espécie de gramíneas e leguminosas é significativamente retardado pela abertura mecânica aumentando a intensidade das ervas daninhas e o problema do restabelecimento da mata. Os restos das folhas, galhos, e troncos parcialmente queimados, resultantes do método da derruba manual e queima, proporcionam uma importante proteção contra a erosão do solo enquanto a pastagem está se estabelecendo. Estes efeitos tem sido demonstrados em escala experimental em Yurimaguas-Peru (SANCHEZ, 1982) e em escala comercial em Manaus-Amazonas (EMBRAPA, 1979).

Diversos fatores foram levantados para justificar a queda da produtividade das pastagens e posterior degradação; entre eles os seguintes: baixa fertilidade natural dos solos, baixa qualidade das forragens, gramíneas inadequadas para a região, pragas e doenças e sistema

inadequado de manejo.

FALESI (1976) e BAENA (1977) estudando o efeito das pastagens sobre o solo de diversas áreas de Paragominas no Pará e Norte de Mato Grosso, acharam que, com a formação de pastagens, desde a derruba da floresta e posterior queima, ocorre um acréscimo no nível da maioria dos nutrientes que mantém-se estáveis por vários anos de atividade pastoril, sendo que o teor de alumínio tocável, nocivo pela ação tóxica e pela fixação de fósforo, é consideravelmente reduzido, chegando a ser completamente eliminado da superfície (0-20cm) do solo. SERRÃO *et alii* (1979) coletaram amostras de Latossolo em duas diferentes áreas do Brasil, as quais não foram previamente adubadas e estavam cultivadas com capim colônia (*Panicum maximum*). Os resultados indicaram que o pH dos solos aumentou de 4,5 para 6 e 7 logo após a queima e permaneceram constantes por 13 anos. A toxicidade de alumínio foi completamente eliminada e os níveis de cálcio e magnésio foram mantidos a níveis mais ou menos altos, como também o nitrogênio e a matéria orgânica. Níveis de potássio permaneceram perto dos níveis críticos enquanto que a disponibilidade de fósforo diminuiu rapidamente abaixo do nível crítico. Estes dados de solo, entretanto, contrastam com o rápido declínio da fertilidade natural do solo observados após o desmatamento em áreas de floresta onde as culturas anuais foram cultivadas no Peru e no Brasil (SANCHEZ, 1977).

Para SERRÃO *et alii* (1979), a cultura pioneira na região continua sendo as extensas pastagens, com área estimada de 3,7 milhões de hectares cultivados quase que exclusivamente com capim colônia (*Panicum maximum*). Esses autores estimaram que 20% dessa área já se encontrava em estado de degradação.

A maioria das pastagens de *Panicum maximum* observadas por HECHT (1979) encontravam-se em estado de degradação. Em Paragominas no Pará HECHT (1981) relata que cerca de 70% das fazendas de gado foram desativadas devido a degradação das pastagens. A maioria das causas da degradação foi o uso de espécies de gramíneas com requerimento alto, a não fertilização do solo e a quantidade de animal por hectare acima da real capacidade de suporte da pastagem. Hoje estima-se que existem mais de 500 mil hectares em processo avançado de degradação. Conforme NASCIMENTO & HOMMA (1984), se não houver, após determinado período de pastejo, uso de fertilizantes para elevar os elementos a níveis desejáveis, de modo muito especial o fósforo, a pastagem estará com a sua produção muito baixa, cedendo mais espaço para o alastramento da junqueira e, culminando com o terreno completamente tomado pelas invasoras. Estas plantas além de serem adaptadas às condições ecológicas da região, por serem nativas, geralmente não são consumidas pelos animais, ao contrário das gramíneas introduzidas. Por outro lado, as limitações químicas do solo afetam mais as gramíneas, de raiz superficial, que a maioria

das invasoras por possuírem estas raízes profundas, podendo absorver nutrientes e água nas camadas mais profundas do solo.

Na região Amazônica Peruana, os mesmos problemas foram observados quando se utilizou o *Panicum maximum* (TOLEDO & MORAES, 1979; ARA et alii, 1982). Uma grande quantidade de gramíneas e leguminosas obtidas e melhoradas no CIAT foram testadas em Yurimaguas e outras localidades da Amazônia Peruana (CREATEGNI, 1984). Tal material, plantado em Yurimaguas num Ultissol com pH 4,0 e 90% de saturação de alumínio, recebeu no plantio 50Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50Kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Entre as espécies de gramíneas, a *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickdt foi uma das mais promissoras para a região Amazônica. Essa gramínea combinou a rusticidade de crescimento em condições de solo pobre com razoável tolerância a insetos e doenças.

A *Brachiaria humidicola*, conhecida vulgarmente por quicuiu da Amazônia, é de origem africana e, a partir de 1960, vem impondo-se pela notável capacidade de domínio ecológico nos solos pobres do cerrado. Esse bom desempenho estende-se aos Oxissóis da maior parte da América Latina Tropical úmida. A grande limitação relaciona-se com o hábito de crescimento agressivo que não tem permitido sua associação com leguminosas (ROCHA, 1986). Conforme DIAS FILHO (1983) essa gramínea tem tido grande expansão na Amazônia brasileira. Estimativas recentes apontam uma área plantada em torno de

600 mil hectares no trópico úmido brasileiro. O estabelecimento da *B. humidicola* pode ser feito por sementes ou vegetativamente, através de mudas, tendo a característica de apresentar formação inicialmente lenta. O plantio pode ser feito em covas em espaçamentos de aproximadamente um metro.

Na Amazônia Central a área de floresta transformada em pastagem é pequena quando comparada com as áreas nos Estados do Pará e Rondônia. Segundo HECHT (1983), no Estado do Amazonas cerca de 230 mil hectares de floresta foram transformados em pastagens até o ano de 1980. A maioria das pastagens na região encontra-se sobre Latossolo.

Pesquisas realizadas no Estado do Amazonas, através da EMBRAPA\UEPAE de Manaus (1981), com o objetivo de recuperar pastagens degradadas em Latossolo Amarelo muito argiloso, mostraram ser o fósforo o nutriente mais limitante da produtividade e que a dose de 50Kg de  $P_2O_5$ /ha parece ser a mais viável na recuperação das pastagens em processo de degradação. Entretanto, em experimentos testando sistema de pastejo (contínuo e rotativo) foi observado que, apesar do ganho de peso do animal/hectare do sistema contínuo ser um pouco superior ao do sistema rotativo, o pasto submetido ao sistema rotativo encontrava-se com a sua vitalidade praticamente intacta, ao passo que aquele submetido ao sistema contínuo mostravam sinais evidentes de queda de produtividade. Conforme FIBGE (1982), a capacidade de suporte para as áreas de pastagens na região norte do Brasil é de

0,53 animal por hectare.

Como se observa, a fertilidade não é o único fator do solo que atua sobre o rendimento forrageiro. Conforme VICENTE-CHANDLER (1964), as propriedades físicas e o manejo do solo também devem ser considerados, pois, mesmo com a reposição de nutrientes, o potencial de produção das pastagens tropicais cai sensivelmente nos anos subsequentes à formação. Este fato foi confirmado por PEDREIRA (1972) para as condições de Brasil Central. TANNER & MAMARIL (1959) verificaram que o tráfego animal causava sérios problemas de compactação nos solos de textura fina, diminuindo o espaço poroso e a aeração, aumentando a densidade do solo e ocasionando uma redução na produtividade das pastagens. Para condições tropicais VICENTE-CHANDLER & SILVA (1960), estudando o efeito do pisoteio em dois Latossolos, verificaram que a compactação resultante não atingiu profundidades superiores a 3 polegadas. LUGO-LOPEZ (1960) verificou que o efeito combinado de altas densidades e maior volume de poros pequenos, aparentemente reduziu a penetração das raízes dos capins angola (*Braquiaria mutica*) e bermuda (*Cynodon dactylon*) enquanto que as raízes do colonião (*Panicum maximum*) penetraram através de horizontes densos onde predominavam poros pequenos. WARD *et alii* (1963) verificaram que o aumento da compactação e do conteúdo de água causavam forte depressão na concentração de zinco, principalmente quando o teor de fósforo era alto.



O conhecimento básico da dinâmica do solo sob floresta é de grande importância para o entendimento das modificações físicas químicas e biológicas que sofrem estes solos após a retirada da vegetação para a implantação da pastagem. O estudo das alterações que ocorrem nos solos, quando cultivados, teriam resultados mais consistentes utilizando-se um solo virgem e, a partir daí, submetê-lo às operações agrícolas desejadas e, periodicamente, analisar os parâmetros escolhidos. Um fator limitante em estudos dessa natureza é o tempo gasto para a sua realização. Assim, a outra opção para a estimativa mais aproximada das tendências das alterações antrópicas do solo é obtida através da seleção de um solo virgem e um cultivado, de modo que ambos devam ser bastante semelhantes no que diz respeito à sua classificação e situação topográfica, e sejam comparados através de análises selecionadas.

A avaliação das alterações ocorridas nas propriedades do solo por causa de seu uso, conforme FERNADES (1982), reveste-se de importância prática no que se refere à sugestão do sistema de manejo que vise a recuperação ou manutenção de suas potencialidades.

Para avaliar e interpretar essas alterações devemos levar em consideração que medidas de parâmetros físicos e químicos de solos muitas vezes apresentam irregularidades que podem ou não estar atribuídas ao acaso em relação a sua distribuição espacial no campo.

Há muito tempo que os pesquisadores da Ciência do solo tem procurado desenvolver melhores metodologias para amostrar o solo, havendo grande preocupação em se encontrar a forma mais adequada de se analisar estatisticamente os dados. Um dos primeiros intentos formais para agrupar as informações existentes acerca da variabilidade espacial dos solos foi apresentado por BECKETT & WEBSTER (1971), que mostraram como as variações e coeficientes de variação de diferentes propriedades do solo aumenta à medida que aumenta o tamanho da área amostrada. Isto é válido tanto para características físicas como químicas do solo e se tem calculado que os coeficientes de variação podem ter valores entre 20% e 65% em áreas maiores de 10 hectares. Outros trabalhos objetivando medir o problema, através de uma amostragem casualizada, foram realizados por OLIVEIRA & ROTA (1973), REICHARDT *et alii* (1976), NASCIMENTO *et alii* (1979), PINTO *et alii* (1980), CADIMA *et alii* (1980), CORREA (1986) e TAVARES FILHO (1987).

Entretanto, os trabalhos citados até agora fizeram uso de métodos estatísticos baseados na estatística clássica ou casual onde a coleta de amostra é feita inteiramente casualizada, considerando cada observação como independente das demais, muitas vezes sem um critério seguro. Essa característica não considera a posição relativa de cada amostragem (a distribuição espacial) e, como resultado, obtém-se estimativas de valores médios e estimativas de variâncias. O problema, portanto, reside no fato de ser

impossível saber, antes de amostrar, a maneira que as amostras vão se comportar (dependente ou independentemente). Logo, quem aplica a estatística clássica assume independência sem testá-la.

Devido a essa limitação da estatística clássica e pelo fato dos solos serem heterogêneos pois a maioria de suas propriedades varia no espaço e no tempo, tornou-se necessária a procura de ferramentas estatísticas que considerassem e refletissem essas variações. Surgiu então a Teoria das Variáveis Regionalizadas (Geoestatística).

A teoria das Variáveis Regionalizadas, conforme SADDIQ *et alii* (1985), dedica-se ao estudo da distribuição e da variabilidade dos valores, em função do seu arranjo espacial ou temporal, isto é, de valores regionalizados. Como resultado, a variabilidade espacial é descrita a partir de correlogramas e semivariogramas que definem o grau de dependência no espaço da grandeza medida e o alcance ou domínio de cada amostragem ou medida (REICHARDT, 1986). Segundo VIEIRA *et alii* (1983), a teoria das variáveis Regionalizadas vem sendo recentemente aplicada em diversos ramos da Ciência como na Agronomia.

### 3. MATERIAL E METODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

##### 3.1.1. Localização

Os estudos foram realizados em um experimento de pastejo (descrito posteriormente) conduzido no Campo Experimental de Zootecnia da Embrapa (UEPAE de Manaus), dentro do Distrito Agropecuário da Suframa, localizado no Km 54 da BR 174 que liga Manaus a Boa Vista (Figura 1). A área está compreendida, aproximadamente, entre as coordenadas geográficas: 2°31' e 2°32' de latitude sul e 60°01' e 60°02' de longitude a WGr.

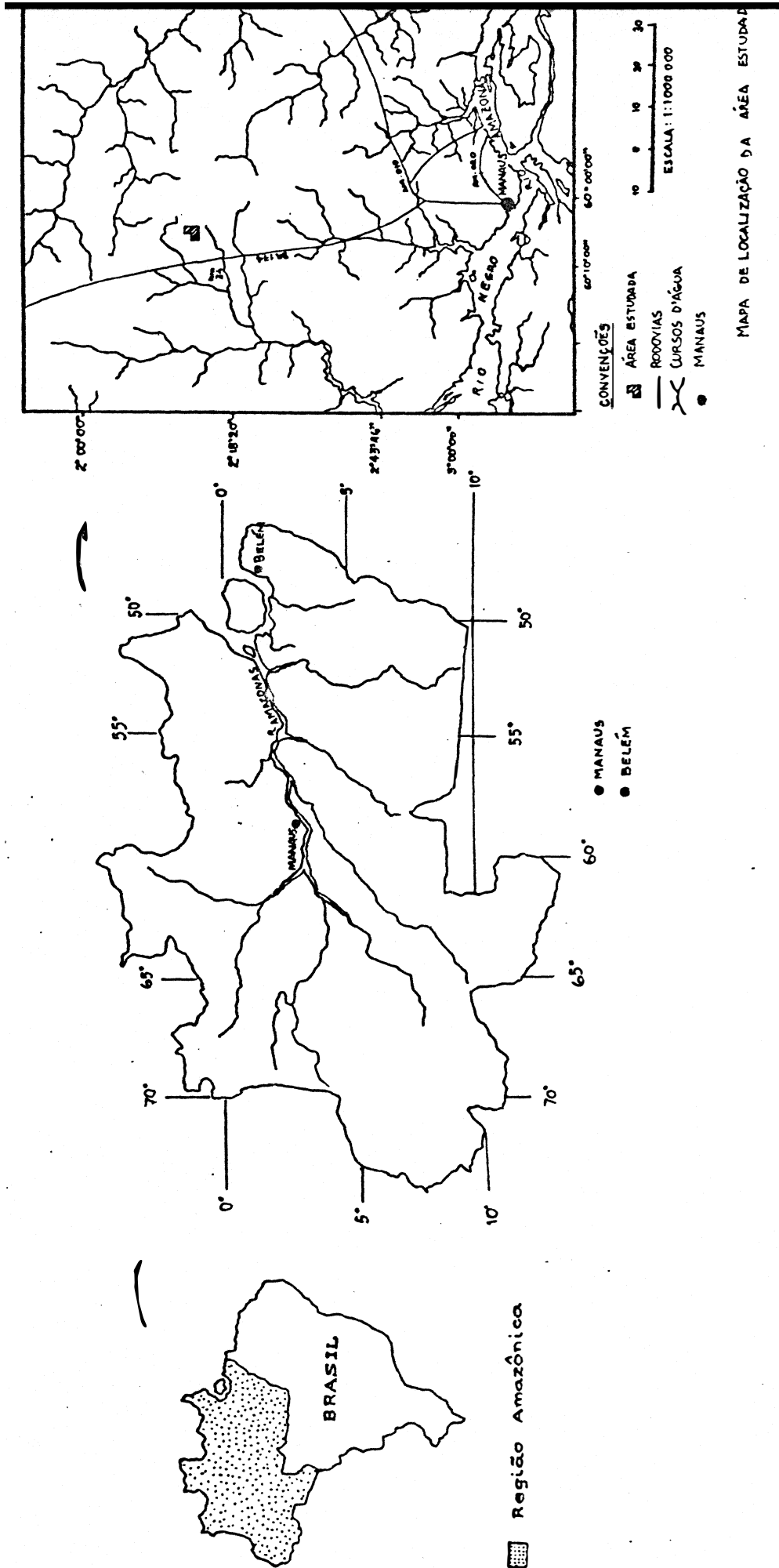


Figura 1. Localização da região amazônica e da Estação Experimental da Embrapa.

### 3.1.2. Clima

O clima local, conforme a classificação de Koppen, é do tipo Ami, caracterizado pelas estações de clima quente úmido, temperatura constantemente alta e precipitações pluviométricas anuais na ordem de 3.000mm conforme Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição média mensal da temperatura, precipitação, umidade relativa, insolação e evaporação fornecida pela Estação Experimental da Embrapa localizada na BR-174 (média de 1981/1988).

Meses	Temperatura do ar			P.P ( mm )	Umid. Rél. ( % )	Insol. (Horas) (mm)	Ev.
	MÁXIMA	MÍNIMA °C	MÉDIA				
Jan.	29,7	20,7	24,5	411,4	88	108,6	35,4
Fev.	30,8	21,8	25,5	267,1	87	99,6	45,8
Mar.	31,7	22,2	26,0	280,5	85	129,5	57,4
Abr.	31,8	22,4	26,1	154,6	85	120,9	60,1
Mai.	31,0	22,1	25,6	376,2	88	125,0	39,7
Jun.	30,9	22,1	25,5	253,6	88	135,2	39,8
Jul.	31,4	21,5	25,4	172,5	86	176,9	50,3
Ago.	32,7	21,6	26,1	99,3	84	160,7	64,3
Set.	33,0	21,9	25,9	116,8	84	156,3	72,9
Out.	32,8	21,8	26,4	136,1	84	173,5	68,5
Nov.	31,3	21,7	25,8	306,6	86	142,3	56,0
Dez.	31,1	21,8	25,6	335,3	87	123,5	49,8
Total	31,6 <sup>a</sup>	21,8 <sup>a</sup>	25,7 <sup>a</sup>	2910 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>	1.652 <sup>b</sup>	640 <sup>b</sup>

a= Média anual ; b= Total anual

Conforme Tabela 1. o regime pluviométrico apresenta duas estações bem distintas: uma bastante chuvosa que vai de novembro a julho e outra que é menos chuvosa que vai do início de agosto podendo estender-se até setembro/outubro. A umidade relativa do ar da região é elevada sendo a média anual de (86%). A temperatura do ar atinge média anual de 25,7°C sendo que as temperaturas médias máximas e mínimas anuais são respectivamente de 31,6°C a 21,8°C. A insolação na região atinge um total de 1652 horas durante o ano sendo que a maior concentração durante o ano verifica-se no período de julho a outubro que corresponde a época em que as chuvas são menos frequentes. A evapotranspiração anual é estimada em 640mm, ficando caracterizado um excesso de 2270m.

### 3.1.3. Solo

O solo estudado (Figura 2) classificado pelo INSTITUTO DE PESQUISAS E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIAS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL (IPEAAO, 1971) como Latossolo Amarelo muito argiloso (Tabela 2), é originado de sedimentos argilosos do Terciário representado pela Série das Barreiras. Caracteriza-se por apresentar baixo teor de nutrientes disponíveis para as plantas e alta saturação em alumínio, conforme Tabela 3.

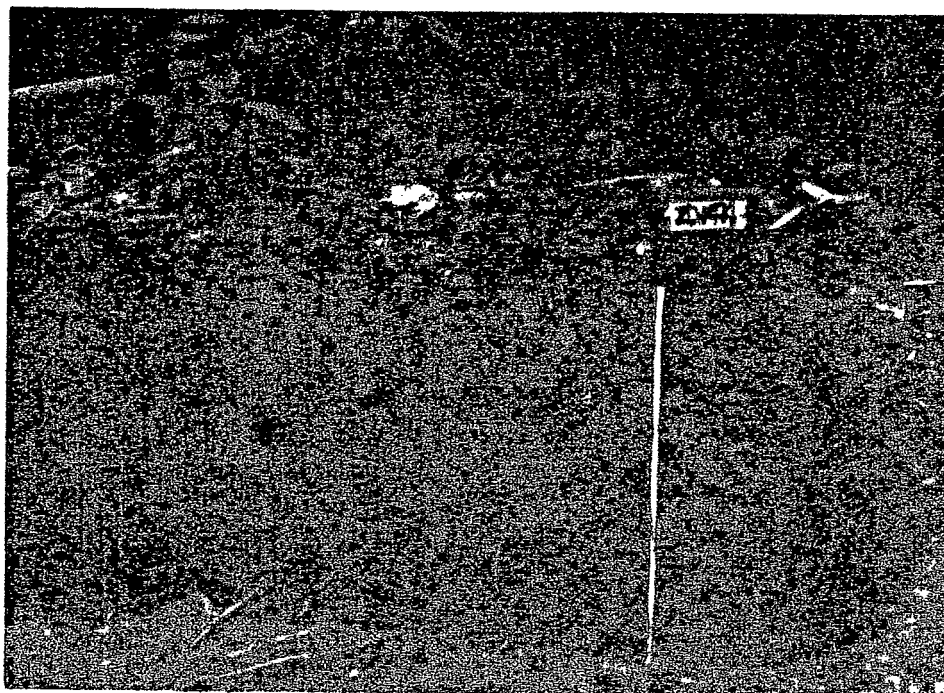


Figura 2. Latossolo Amarelo muito argiloso

Tabela 2. Análise granulométrica do Latossolo Amarelo muito argiloso localizado no Km52,5 da BR-174 lado direito conforme IPEAAOc (1971).

HORIZONTE	PROF. (cm)	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA TOTAL	ARGILA NATURAL
A <sub>1</sub>	0-7	8	1	0	91	43
A <sub>2</sub>	7-27	1	1	2	91	34
B <sub>21</sub>	27-66	4	1	3	92	0
B <sub>22</sub>	66-102	4	1	2	93	0



Tabela 3. Análise química do Latossolo Amarelo muito argiloso localizado no Km 52,5 da BR-174, lado direito, conforme IPEAAO (1971).<sup>1</sup>

HORIZONTE	PROF. (cm)	pH (água)	Ca+Mg	K (meq/100g)	Al	C (%)	N
A <sub>1</sub>	0-7	3,2	0,28	0,10	2,92	2,64	0,31
A <sub>2</sub>	7-27	3,9	0,12	0,03	0,82	1,09	0,15
A <sub>21</sub>	27-66	4,3	0,06	0,02	1,02	0,54	0,06
A <sub>22</sub>	66-102	4,7	0,08	0,02	0,41	0,39	0,05

1. Ca+Mg determinados pelo EDTA em meio alcalino; K extraído pelo HCl 0,05N e analisado pelo fotômetro de chama; Al extraído pelo  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  N a pH7; C determinado pela ação oxidante do  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

### 3.1.4. Sistemas de manejo das áreas estudadas

Foram estudadas quatro parcelas contíguas sob:  
a) floresta primária (FAM), b) pastagem com quatro anos (P-4),  
c) pastagem com seis anos (P-6) e d) pastagem com dez anos (P-10).

a) Floresta primária : rica em espécies botânicas que compõem vários estratos formados por plantas herbáceas ou lenhosas, subarbustos, arbustos e árvores com porte acima de 30 metros de altura (Figura 3.).

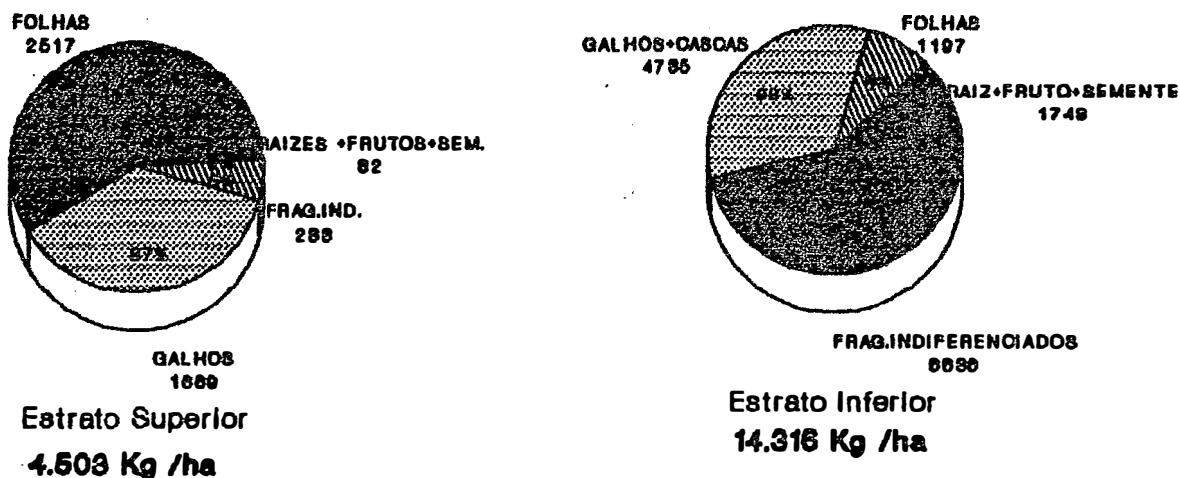


Figura 3. Aspecto da floresta tropical

Para caracterizar o material depositado pela floresta, coletou-se a liteira em cinco locais (1 m<sup>2</sup>) ao acaso. Sobre a superfície do solo, observou-se uma camada de liteira com aproximadamente 6 cm de espessura, subdividida em

dois estratos, conforme Figura 4.

**Figura 4. Littera (Kg/ha) da Floresta sobre  
Latossolo Amarelo muito argiloso**



O primeiro estrato não decomposto (4.503Kg de material seco/hectare) é formado por folhas (55,9%), galhos (37,1%), fragmentos não diferenciados (5,2%) e raízes, frutos, sementes (1,8%). O segundo estrato, (14.316Kg de material seco/hectare) encontrado em contato com a superfície do solo, é constituído de fragmentos não diferenciados (46,35%), galhos (33,1%), raízes, frutos, sementes (12,2%), e folhas (8,36) em vários estádios de decomposição. Alguns desses fragmentos, próximo à superfície do solo, encontram-se atacados por fungos, caracterizados por uma massa pulverulenta e pelas hifas. Sobre a superfície, encontram-se também um intenso sistema de raízes

entrelaçadas.

As parcelas com pastos são originadas da floresta que foi derrubada (através de motosserra e machado) e queimada. As biomassas queimada e não queimada foram deixadas sobre a superfície do solo. Nestas áreas foi plantado o capim quicuiu da amazônia (*Brachiaria humidicola*), através de mudas, com espaçamentos entre covas de 1,0 X 1,0 metro.

b) Pastagem com quatro anos (4 hectares): a floresta foi derrubada em junho de 1983, queimada em setembro do mesmo ano e o capim foi plantado em março de 1984. (Figura 5.).



Figura 5. Pastagem com 4 anos.

c) Pastagem com seis anos ( 4 hectares): a floresta foi derrubada e queimada respectivamente em junho e setembro de 1981 e o capim plantado em março de 1982.(Figura 6.).

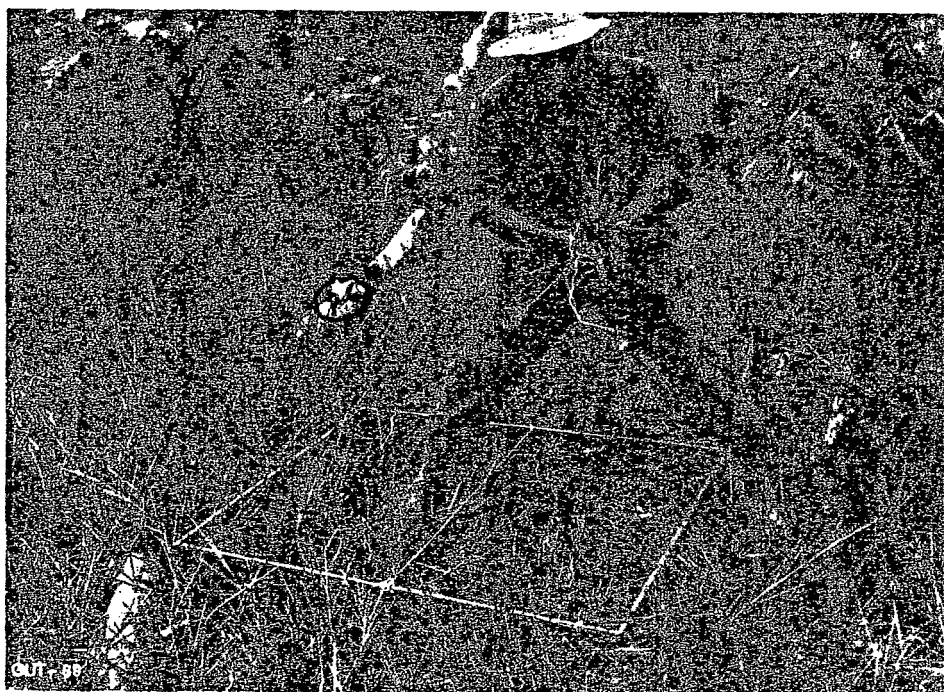


Figura 6. Pastagem com 6 anos.

d) Pastagem com dez anos (12 hectares): a floresta foi derrubada e queimada respectivamente em maio e novembro de 1977 e o capim plantado de fevereiro a maio de 1978 (Figura 7.).



Figura 7. Pastagem com 10 anos.

Com o estabelecimento de cada pasto (aproximadamente dez meses após o plantio) foi colocada uma unidade animal de bovino/hectare (450 Kg de peso vivo/hectare).

A partir de 1980, os animais receberam complementação alimentar de uma mistura mineral composta de 29% de farinha de osso autoclavada (contendo 13,6% de fósforo), 58,65 de cloreto de sódio, 4,10% de sulfato de zinco, 7,27% sulfato de cobre, 0,03 de sulfato de cobalto e

0,01 de iodato de potássio ( EMBRAPA, 1981).

Antes das coletas de amostras de solo e planta, o pasto de quatro anos encontrava-se com seis meses em pousio (sem pastejo do gado); no pasto de seis anos haviam mais de dois animais por hectare e o pasto com 10 anos não haviam animais pastando devido ao pequeno desenvolvimento da gramínea, conforme Figura 7.

### 3.2. Procedimento na amostragem

Não foi adotado o sistema clássico de amostragem casual mas sim amostragens segundo transeções visando a aplicação de técnicas geoestatísticas ( DAVIS, 1973) para a caracterização da variabilidade espacial dos diversos parâmetros de solo.

Áreas de 1 metro x 1 metro ( $1 \text{ m}^2$ ) foram estaqueadas de 3,0 em 3,0 metros, em faixa de 150 metros (Figura 8) totalizando-se 50 "pontos" de amostragem em cada parcela. A numeração (ordem crescente) das estacas nas áreas sob pastagem foi feita à partir da transição da floresta com o pasto.

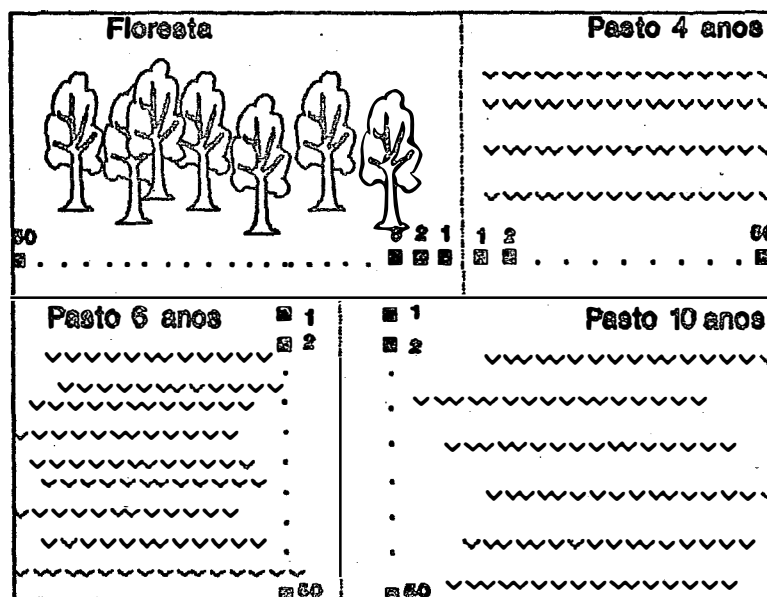


Figura 8. Disposição das áreas e esquema de amostragem para cada parcela estudada.

### 3.2.1. Medidas e amostragem

#### a) Resistência do solo à penetração

Antes da coleta da biomassa foram feitas medidas de resistência do solo à penetração em pontos equilaterais, nas profundidades subsequentes (0 a 10cm e 10 a 20cm), através do penetrômetro (EYKELKAMP 70) com cone de  $1\text{cm}^2$  de superfície. Em seguida, foram coletadas amostras em cada camada no centro dos pontos amostrados, para posteriores determinações de umidade.

#### b) Biomassa verde da pastagem

Nas áreas de  $1,0\text{m}^2$ , em cada ponto das parcelas foram coletadas as partes aéreas (folhas e talos) normalmente



consumidas pelo gado em pastoreio.

c) Densidade global do solo

As amostras foram coletadas, em cada ponto de cada área, com cilindros metálicos (98,52cm<sup>3</sup>), nas profundidades 0-10cm e 10-20cm, e colocadas em sacos de plástico para posterior determinação da densidade e da umidade.

d) Amostras deformadas

Coletadas com enxada, em cada área, nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm, para posteriores análises físicas e químicas.

### 3.3. Preparação das amostras e análises

As amostras de solo e planta, coletadas no campo, foram levadas ao laboratório para serem submetidas às análises indicadas abaixo. Como fase inicial de preparação das amostras de solo deformadas, efetuou-se uma secagem ao ar com posterior destorroamento e passagem por peneiras com malhas de 2,0mm de diâmetro. A fração peneirada denominada terra fina seca ao ar (TFSA), foi posteriormente analisada física e quimicamente de acordo com a exigência do presente estudo. As amostras de planta foram secas a 65°C, em estufa, e moídas para posteriores análises químicas.

#### 3.3.1. Análise física das amostras de solo

a) Capacidade de campo e Ponto de murcha

permanente

Foram determinadas por gravimetria após equilíbrio com tensões de 0,1atm e 15atm respectivamente em extrator de placa porosa a pressão, segundo metodologia descrita por RICHARDS (1965).

### 3.3.2. Análise química das amostras de planta

As análises do tecido vegetal foram efetuadas após a digestão por via úmida (mistura de  $H_2O_2$  e  $H_2SO_4$ ). O Zinco, Cobre, Ferro, Manganês, Cálcio e Magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o Fósforo pelo método de MURPHY & RILEY (1962), o Nitrogênio pelo método volumétrico de Kjeldahl usando-se o aparelho de microdestilação, e o Potássio por fotometria de chama.

### 3.3.3. Análise química das amostras de solo

a) pH em  $H_2O$  : na proporção solo-líquido de 1:2,5.

b) Cálcio, Magnésio e Alumínio foram extraídos por KCl 1N, enquanto o Potássio, Fósforo, Zinco, Cobre, e Manganês foram extraídos com a mistura de  $H_2SO_4$  0,025N e HCl 0,05N.

c) O Cálcio, o Magnésio, o Cobre, o Zinco, e o Manganês foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; o Potássio por fotometria de chama, o Alumínio por titulação e o Fósforo pelo método de MURPHY &

RILEY (1962).

d) A capacidade de troca catiônica efetiva (CTC<sub>ef.</sub>) foi obtida pela soma dos teores de Ca, Mg, Al e K. A saturação de Al foi calculada pela fórmula :

$$\%Al = Al \times 100 / CTC_{ef.}$$

e) O Carbono foi determinado pelo método de Walkey & Black (CALLISON, 1965)

### 3.4. Análise estatística

#### a) Teoria das Variáveis Regionalizadas

Inicialmente os dados obtidos foram analisados e interpretados através da Teoria das Variáveis Regionalizadas (Geoestatística), procedendo a autocorrelação conforme recomendações de CLARK (1979), e VIEIRA (1983).

A análise de autocorrelação foi feita para examinar a relação espacial das variáveis de solo. Com os valores obtidos em pontos distanciados regularmente, onde a unidade básica de distância é o "lag" (L=3m), foram determinados coeficientes de autocorrelação  $r(h)$  para diversos números de "lags" ao longo da faixa amostrada. Os coeficientes de autocorrelação foram estimados pela equação abaixo ( WARRICK & NIELSEN, 1980 ):

$$r(h) = C_h / (S^2)^2$$

$$\text{com } C_h = (1/n-h-1) \sum_{i=1}^{n-h} (Z(x_i) - m) (Z(x_{i+h}) - m)$$

$$\text{e } S^2 = \sum_{i=1}^n (Z(x_i) - m)^2 / (n-1)$$

onde  $r(h)$  é o coeficiente de autocorrelação para  $h$  "lags";  
 $Z(x)$  os valores observados;  $m$  a média ( $m = \sum_{x=1}^n z(x)/n$ );  $S^2$  a  
variância dos  $n$  valores observados.

#### b) Estatística Clássica

Sempre que a análise geoestatística indicasse  
independência espacial dos dados, estes foram analisados  
tendo por base um delineamento experimental inteiramente  
casualizado. Foram feitas análises de variância e as médias  
foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de  
significância de 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Autocorrelação dos parâmetros de solo

Os valores dos coeficientes de autocorrelação para todos os parâmetros, obtidos à partir de medições de campo e de análises de laboratório, estão apresentados no APÊNDICE 1.

A autocorrelação dos parâmetros analisados mostrou que, à medida que aumenta a distância entre os pares de observação, cada característica física ou química do solo exibe um comportamento particular.

Quase todas as autocorrelações não apresentaram dependência espacial para distâncias maiores que o "lag" de 3 metros. O coeficiente de autocorrelação, em quase todos os parâmetros medidos, decrescem abruptamente para a menor distância entre as observações. A pequena correlação, obtida para um ou dois "lags", é sempre menor que 0,5 indicando a independência espacial dos parâmetros medidos, isto é, não se pode estimar o valor de uma observação a partir de seus

vizinhos mais próximos. Entretanto, a definição do valor da função  $r(h)$  considerada limite para se afirmar que não há autocorrelação entre os dados, ainda é polêmica. Enquanto REICHARDT (1985) cita que um dos critérios utilizados para estabelecer um limite entre os valores de  $r(h)$  significativos e não significativos é o valor  $1/e$  ( $r(h)=0,368$ ) onde  $e$  é a base do logaritmo neperiano, outros autores (WEBSTER & CUANALO, 1975) preferem considerar que a dependência espacial entre os valores termina na distancia onde a curva do autocorrelograma corta o eixo das abscissas, isto é, onde  $r(h)$  é igual a zero.

Em algumas situações a função autocorrelação apresenta valores significativamente negativos. Enquanto, segundo VAUCLIN *et alii* (1982), este tipo de série espacial não pode ser caracterizada pela autocorrelação por apresentar tendências, outros autores como GUROVICH & STERN (1983) consideraram a existência de uma correlação negativa.

As Figuras contidas no APÊNDICE 2 mostram a distribuição espacial dos parâmetros físicos e químicos do solo sob floresta e pastagens.

Observa-se que , em toda a extensão da amostragem, há uma grande variabilidade entre os pontos analisados no solo sob pastagem tornando-se, portanto, difícil de fazer, por exemplo, uma recomendação baseada nesses parâmetros que mostre uma resposta "homogênea" para toda a área experimental. É importante frizar que, para

outras direções, outras tendências poderiam ter sido observadas. O ideal seria fazer mensurações em forma de malhas, entretanto, o número de observações se tornaria proibitivo.

#### 4.2. Alterações químicas do solo

A Tabela 4 mostra as alterações químicas no solo sob pastagens com diferentes períodos de pastoreio. Comparando-se estes solos com o solo sob floresta, observa-se que houve alterações significativas em todos os parâmetros estudados, devido a adição das cinzas (que tem uma ação fertilizante e corretiva) provenientes da queima da floresta por ocasião da implantação dos pastos e pela adição de nutrientes através das fezes e urina dos animais.

Tabela 4. Características químicas do Latossolo Amarelo sob floresta (FLO), pasto com 4 anos (P-4), pasto com 6 anos e pasto com 10 anos (P-10).

AREAS	pH ---(H <sub>2</sub> O)---		Ca		Mg ---mg/100g---		K		Al		P ---ppm---		C ---%---	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
FLO	4.40c*	4.40b	0.09b	0.07b	0.07c	0.04b	0.07b	0.04c	2.13a	1.60a	1.78b	1.28b	2.83a	1.71ab
P-4	4.90ab	4.60a	0.89a	0.27a	0.53a	0.20a	0.11b	0.06bc	0.94c	1.12b	3.34a	2.10a	3.00a	1.82a
P-6	5.00ab	4.70a	0.81a	0.21a	0.54a	0.15a	0.22a	0.12a	0.98bc	1.17b	2.80a	2.08a	2.94a	1.54b
P-10	4.70b	4.60a	0.67a	0.28a	0.32b	0.15a	0.18a	0.09ab	1.22b	1.22b	2.60ab	1.84a	2.91a	1.52b
CV(%)	6.38	4.90	100.6	102.25	74.12	87.09	75.34	89.92	34.67	25.24	62.86	34.78	17.20	25.30

\* Na mesma coluna os valores associados com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

A adição de nutrientes proporcionada pela queima da floresta sobre Latossolo Amarelo em Manaus foi observada por SMYTH & BASTOS (1984). O peso das cinzas adicionadas no solo foi de 9,2t/ha e as quantidades de nutrientes foram as seguintes: N (80Kg/ha), Ca (82Kg/ha), Mg (22Kg/ha), K (19K/ha), P (6Kg/ha), Zn (0.2Kg/ha), Cu (0.2Kg/ha), Fe (58Kg/ha), e Mn (2.3Kg/ha).

Segundo GLORIA (1986), a exportação de nutrientes depende bastante do tipo de manejo do solo, pois se as gramíneas forem colhidas periodicamente para o feno e silagem uma grande quantidade de nutrientes é exportada. Admite-se que em sistema de pastoreio, há uma reciclagem da maior parte dos nutrientes o que diminuirá sensivelmente a exportação bem como minimizará a lixiviação.

A retenção de nutrientes pelo animal em pastejo é apenas uma pequena parte da quantidade consumida, pois a maioria desses nutrientes retorna ao solo através das fezes e da urina do animal.

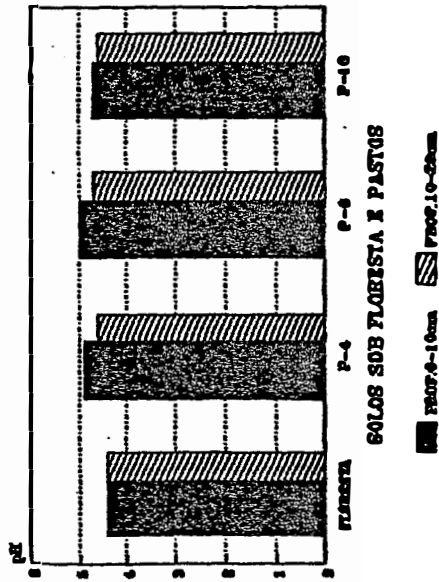
TEIXEIRA (1987) estudou as quantidades de nutrientes (fósforo, potássio, cálcio e magnésio) estocadas nos bovinos (supridos com sais minerais) e retornadas ao solo das áreas sob as mesmas pastagens por nós estudadas. Observou que, na pastagem com um ano, dos 87,88Kg de nutrientes (6,22Kg de P; 58,55Kg de K; 15,26Kg de Ca; e 7,85Kg de Mg) consumidos pelos animais (um bovino por hectare), 81,34Kg desses nutrientes/hectare (4,08kg de P; 58,05Kg de K; 11,47Kg



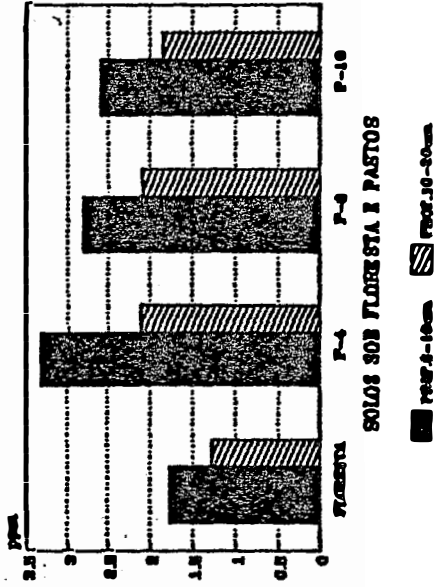
de Ca e 7,74Kg de Mg) retornaram ao solo. Na pastagem com 7 anos, dos 72,29Kg de nutrientes consumidos pelos bovinos (5,63Kg de P; 44,10Kg de K; 16,64Kg de Ca e 5,29Kg de Mg), 67,4Kg de nutrientes /hectare (4,03Kg de P; 43,72Kg de K; 13,83Kg de Ca; e 5,8Kg de Mg) retornaram ao solo sob pastagem. Esses dados mostram que o K foi o nutriente que retornou ao solo em maior quantidade enquanto que o P foi retornado em menor quantidade. Isso provavelmente foi ocasionado pela razoável quantidade de KCl, contida nos sais da mistura mineral, fornecida aos animais e pelo fato do elemento K encontrar-se na forma iônica livre ao passo que o P é pouco reciclado, fazendo parte da estrutura óssea dos bovinos.

Conforme Tabela 4 o tempo de pastoreio alterou significativamente o pH do solo e os teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo nas duas profundidades estudadas. Os níveis de Ca+Mg do solo sob floresta e pastagem são baixos por apresentarem valores inferiores a 2 meq/100g de solo, conforme BLOISE, (1977). Na Figura 9 observa-se que os teores desses elementos no solo sob pastagem são superiores ao solo sob floresta. Entretanto, com o tempo de pastoreio, observa-se que há uma tendência de decréscimo desses elementos no solo. Caso inverso ocorre com o alumínio trocável dos solos, isto é, devido a ação corretiva das cinzas, há elevação do pH e conseqüentemente, há insolubilização do alumínio. Observa-se que, no solo sob

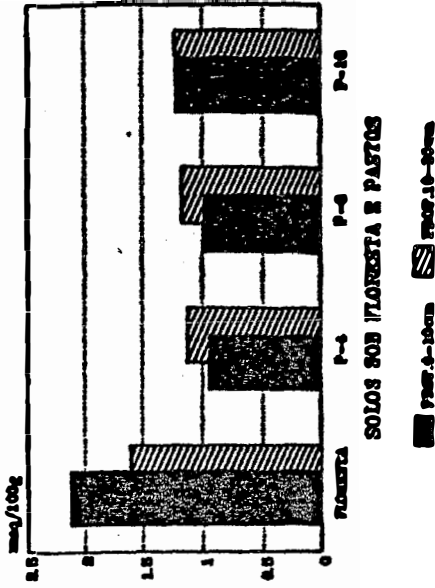
### pH(água) do solo



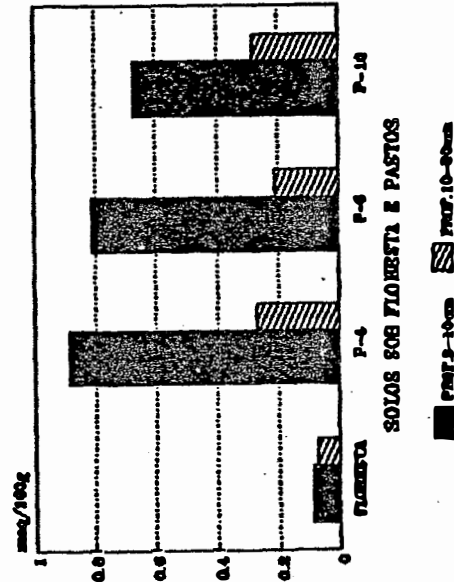
### FÓSFORO DO SOLO



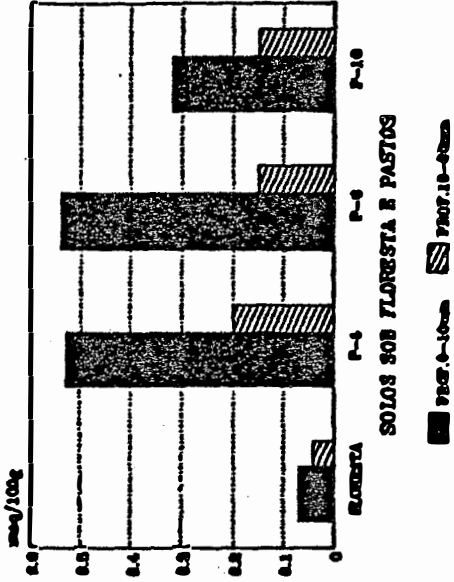
### ALUMÍNIO DO SOLO



### CÁLCIO DO SOLO



### MAGNÉSIO DO SOLO



### POTÁSSIO DO SOLO

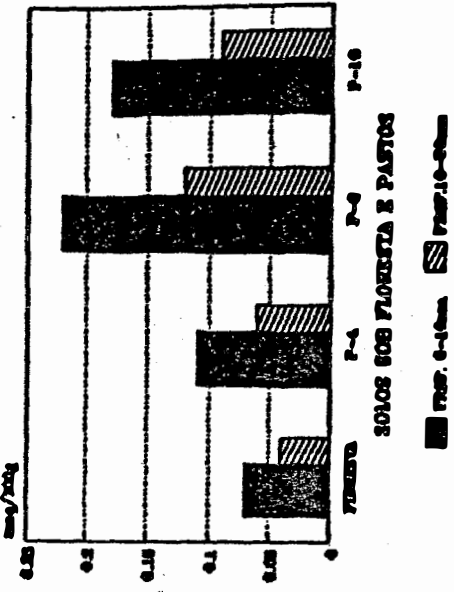


Figura 9. Propriedades químicas do Latossolo sob floresta, pastos com 4(P-4), com 6(P-6) e 10(P-10) anos

pasto de 4 anos e 6 anos, não há diferenças significativas em relação aos teores de alumínio, porém há diferenças significativas em relação ao pasto de 10 anos, isto é, há tendência do teor deste elemento se elevar no solo com mais tempo de pastoreio. Estes níveis, porém, são significativamente inferiores aos do solo sob floresta.

Devido as precipitações pluviométricas muito elevadas sobre a região, era de se esperar uma lixiviação muito alta de bases para as camadas mais profundas. Entretanto observa-se que a lixiviação foi muito pequena quando se compara a camada de 0-10cm com a camada de 10-20cm. Esse fato pode ser explicado pelo alto teor de matéria orgânica na camada de 0-10cm o qual é aproximadamente o dobro em relação à camada de 10-20cm.

Em relação ao teor de matéria orgânica, observa-se que na camada de 0-10cm não houve diferença significativa entre o solo sob pasto e sob floresta.

A Tabela 4 mostra também que, com exceção ao solo sob floresta, os teores de potássio na camada de 0-10cm do solo sob pasto são superiores aos níveis críticos (0,10meq/100g) encontrados por BOYER (1972) em solos dos trópicos úmidos. Na camada de 10-20cm, observa-se um teor de potássio acima do nível crítico, somente no solo sob pasto com 6 anos. Diversos trabalhos em diferentes regiões e culturas (MUZZILLI et alii, 1969; SÁ JUNIOR et alii, 1970; BRAGA & BRASIL SOBRINHO, 1973; VAN RAIJ, 1973; RITCHEY et

alii, 1979; entre outros) demonstraram que o nível crítico para o potássio disponível está situado entre 0,1 e 0,15meq/100g.

Cerca de 85% dos solos dos cerrados possuem menos de 0,15meq de K/100g, sendo considerados como deficientes por LOPES (1983). No caso das pastagens, conforme o mesmo autor, em que ocorre reciclagem da matéria orgânica através do animal, a aplicação do potássio ao solo não tem se constituído em grande preocupação.

Os teores de fósforo dos solos das áreas estudadas, conforme Tabela 4, são muito baixos em relação aos níveis críticos encontrados por WERNER & HAAG (1972) para os capins gordura (5ppm) e jaraguá (10ppm).

Como se observa, o nível de suficiência para determinado nutriente depende da espécie forrageira. Normalmente se considera o solo pobre em fósforo quando apresenta níveis abaixo de 10ppm deste elemento.

Considerando-se que o fósforo desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular, (WERNER & HAAG, 1972; CARVALHO et alii, 1973) e no perfilhamento das gramíneas (WERNER & MATTOS, 1972), a sua deficiência passa a limitar a capacidade produtiva das forrageiras e, conseqüentemente, das pastagens.

Existem poucas pesquisas indicando a melhor proporção entre nutrientes básicos para diferentes culturas e tipo de solo. Para Mc LEAN (1976), a proporção entre cátions

na CTC parece ser a orientação mais adequada para indicar níveis de nutrientes para solos muito intemperizados, muito pobres e de baixo pH.

Desse modo, alguns trabalhos (BEAR & TOTH, 1948; Mc LEAN & CARBONELL, 1972) definiram a melhor proporção entre cátions básicos na CTC do solo como: 65-85% para  $\text{Ca}^{2+}$ ; 6-12% para  $\text{Mg}^{2+}$ ; 2-5% para  $\text{K}^+$  e 20% para o  $\text{H}^+$ .

Baseados nestes trabalhos, observa-se na Tabela 5 que os valores da CTC efetiva são relativamente baixos. Entretanto, esses valores inferiores a 3 meq./100g de solo, comuns para os Latossolos (Oxissóis) da região Amazônica, nada diferem dos Latossolos de outras regiões brasileiras. Os maiores valores da CTC efetiva encontrados na superfície do solo são devido a influência da matéria orgânica. Observa-se que a %Ca é muito baixa nas duas profundidades do solo sob floresta e baixa no solo sob pastagens. As % K e % Mg são altas para o solo sob pastagens e baixas para o solo sob floresta. Entretanto, conforme SALINAS & SANCHES (1981), as saturações críticas da % Ca em um Latossolo para o crescimento de sete gramíneas forrageiras foi de 9% enquanto que, a saturação crítica para o Al trocável foi de 89% .

Tabela 5. Soma de bases(S), CTC efetiva(CTCef), Percentagem de saturação em bases e Proporção de cátions na CTCef do Latossolo Amarelo sob floresta e pastagens.

ÁREAS	S		CTCef		V		Ca		Mg		K		Al	
	meq/100g						%							
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
FLO	0.23	0.15	2.36	1.75	9.70	8.57	3.81	4.00	2.96	2.28	2.96	2.28	90.25	91.42
P-4	1.53	0.53	2.47	1.65	61.94	32.12	36.03	16.36	21.45	12.12	4.45	3.63	38.05	67.87
P-6	1.57	0.48	2.55	1.65	61.56	29.09	31.76	12.72	21.17	9.09	8.62	7.27	38.43	70.90
P-10	1.17	0.52	2.39	1.74	48.95	29.88	28.03	16.09	13.38	8.62	7.53	5.17	51.04	70.11

Em Porto Rico, ABRUÑA et alii (1964), observaram que, em solos típicos dos trópicos úmidos, as altas produtividades dos capins elefante (*P. purpureum*), colônia (*P. maximum*) e pangola (*D. decumbens*), foram conseguidas quando a camada superficial do solo apresentava 50% de saturação em bases (V%) e pH próximo de 4.8.

Logo, conforme as citações acima, observa-se na Tabela 5 que a saturação de bases (V%) e de alumínio (%Al) dos solos sob pastagens não apresentaram limitações para o desenvolvimento da *B. humidicola*, enquanto que, no solo sob floresta, há restrições em relação a estes parâmetros discutidos.

No Brasil são escassos os trabalhos com micronutrientes em solos. No entanto, são elementos importantes na nutrição de plantas principalmente de leguminosas e forrageiras.

A maioria dos experimentos envolvendo

micronutrientes não registram os níveis existentes no solo e no tecido vegetal das forrageiras. Além disso há trabalhos que não permitem avaliar o efeito de cada micronutriente isoladamente, pois as respostas são atribuídas a misturas dos mesmos.

A Tabela 6 mostra os teores dos micronutrientes no solo sob floresta e pastos. Observa-se que há uma tendência em aumentar os teores dos micronutrientes na camada de 0-10cm do solo em função do tempo de pastejo. Isto é explicado pela adição de fezes dos animais ao solo. Os teores de Zn, no solo sob floresta e nas camada de 10-20cm das áreas sob pastagem, apresentam valores inferiores aos níveis críticos (<0,5ppm) encontrados por VIETS et alii (1973) no solo, através da extração com uma solução 0,005M de

Tabela 6. Teores médios de micronutrientes no solo sob floresta e pastos.<sup>1</sup>

Áreas	Zn(ppm)		Cu(ppm)		Mn(ppm)	
	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
FLORESTA	0.58 <sup>c</sup>	0.31 <sup>ab</sup>	0.54 <sup>ab</sup>	0.46 <sup>a</sup>	1.49 <sup>c</sup>	1.25 <sup>bc</sup>
PASTO-4	1.53 <sup>b</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.52 <sup>b</sup>	0.52 <sup>a</sup>	6.25 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>b</sup>
PASTO-6	1.31 <sup>b</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.63 <sup>ab</sup>	0.44 <sup>a</sup>	4.04 <sup>bc</sup>	1.04 <sup>c</sup>
PASTO-10	1.99 <sup>c</sup>	0.34 <sup>ab</sup>	0.70 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>

1. na mesma coluna os valores associados com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

DTPA (pH 7,3). Entretanto, nas camadas superficiais (0-10cm) dos solos sob pastagem observa-se que as concentrações são superiores aos níveis adequados (>1ppm).

O manganês (Mn) normalmente ocorre em vários estados de combinação química dependendo do grau de acidez e aeração do solo. Em solos ácidos, a disponibilidade do Mn aumenta rapidamente quando o pH cai abaixo de 6.5 e, sob condições muito ácidas, pode atingir níveis tóxicos. Porém, resultados experimentais do CIAT (1982) tem revelado a tolerância da *Braquiaria humidicola* ao Mn e a sua adaptação em solos ácidos e de baixa fertilidade.

Os resultados contidos na Tabela 8 revelam níveis adequados de Mn (>1ppm) e de Cu (>0,2ppm), conforme VIETS et alii (1973), para os solos sob floresta e pastos.

Levantamento do estado do Cu em solos do trópico úmido da região amazônica brasileira foi realizado por SING (1986) através de determinações de valores de Cu total e assimilável em amostras superficiais e subsuperficiais de seis classes dominantes de solo da região. O autor observou que o Cu assimilável variou com o tipo de solo e com o tipo de extrator utilizado. Entretanto, os teores de Cu extraídos pelo DTPA 0,005M (pH 7,3) foram os menos afetados pelas propriedades dos solos, sendo portanto o extrator mais pertinente para as diversas classes de solo.

Baseado no limite crítico do Cu (0,2ppm) extraído com o DTPA 0,005M (pH 7,3) por VIETS et alii (1973)



e SING (1986), o solo sob floresta e pastagem não apresentaram restrições ao desenvolvimento das plantas (Tabela 6). Conforme SING (1986), as amostras superficiais de solo, geralmente, contém menos Cu total porém, mais Cu assimilável que as amostras subjacentes e de maior profundidade.

#### 4.3. Análise da matéria seca da *B. humidicola*

A tolerância das forrageiras a níveis baixos de fertilidade pode ser comparada através da medida do requerimento interno dos nutrientes minerais essenciais. As espécies com baixo requerimento interno de nutrientes seriam aquelas capazes de sustentar uma produção de matéria aceitável e de utilizar o mais eficientemente possível a fertilidade do solo nos primeiros anos após a queima da vegetação.

TOLEDO<sup>1</sup>, estudando requerimentos nutricionais no tecido de algumas forrageiras observou que a gramínea

---

<sup>1</sup> TOLEDO, J.M. Pasturas em trópico húmedo: perspectiva global. Trabalho apresentado no 1.º Simpósio do Trópico Úmido. Belém, 1984.

*B. humidicola* foi a menos exigente para o fósforo (0,08%P), potássio (0,74%K), cálcio (0,22%Ca) e magnésio (0,16%Mg). Ficou evidenciado que esta espécie, entre as espécies testadas, foi a mais tolerante nas condições de solo com baixos teores destes elementos.

Na Tabela 7 observa-se que os teores de nitrogênio encontrados na matéria seca dos pastos estudados são inferiores aos encontrados (1,13% a 1,80% de N) nas folhas normais do capim colonião, jaraguá e napier por MALAVOLTA et alii (1974).

Tabela 7. Concentrações (média) de nutrientes na matéria seca da fitomassa dos pastos.

AREAS	%N	%Ca	%Mg	%K	%P	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)
PASTO-4	0.969	0.17	0.14	1.10	0.05	61.02	21.91	3.89
PASTO-6	1.09	0.19	0.17	1.75	0.06	49.40	25.17	4.38
PASTO-10	1.3	0.26	0.18	2.23	0.07	77.34	40.77	5.73

Observa-se também que as concentrações de fósforo são muito baixas em relação ao nível crítico (0,26% obtido por MARTINEZ & HAAG (1980) em casa de vegetação com *B. humidicola* e ao nível crítico (0,04% a 0,08%) encontrados no capim colonião e jaraguá por MALAVOLTA et alii (1974).

FALADE (1975), na Nigéria, obsevou que o nível crítico de fósforo interno nas gramíneas forrageiras varia entre 0,19% a 0,30% de P.

São escassas as pesquisas referentes à exigência do potássio pelos vegetais utilizados na formação de pastagens. Dentre os macronutrientes primários, o potássio ocupa o segundo lugar em nível de exigência total pelas plantas, logo após o nitrogênio.

Os resultados das análises da Tabela 7 mostram concentrações adequadas de potássio na matéria seca da *B. humidicola* cujo teor adequado segundo EPSTEIN (1975), é de 1,0% do elemento na planta.

Os teores de potássio nas folhas de plantas normais de gramíneas (capim jaraguá, colonião e napier) estudadas por MALAVOLTA et alii (1974) variaram entre 0,11 a 1,5% na matéria seca.

Com relação à concentração de cálcio são observados valores próximos à concentração crítica do elemento (0,20%) encontrados por SALINAS & SANCHES (1981) em *B. humidicola* e inferiores aos encontrados por MALAVOLTA et alii (1974) em folhas de colonião (0,84%), jaraguá (0,27%) e napier (0,38%) deficientes do elemento.

As concentrações de magnésio, porém, são normais quando comparadas com as concentrações normais obtidas por MALAVOLTA et alii (1974) nas folhas dos capins colonião (0,12 a 0,22%), jaraguá (0,15 a 0,23%) e napier (0,20%).

Na Tabela 7 observa-se que, para a maioria dos macro e micronutrientes analisados na fitomassa dos pastos, há uma tendência em elevar a concentração desses nutrientes em função da maior idade das pastagens devido a redução da biomassa seca. Entretanto, transformando esses teores de nutrientes da fitomassa em relação à sua produção em áreas de  $1\text{m}^2$ , observa-se na Tabela 8 que, nos pastos que apresentam maior quantidade de fitomassa, há uma maior quantidade de nutrientes, mesmo com o efeito da diluição.

Tabela 8. Produção da fitomassa dos pastos e das quantidades de nutrientes na fitomassa dos pastos.

AREAS	PRODUÇÃO MAT. SECA	N	Ca	Mg	z K	P	Mn	Zn	Cu
PASTO-4	701.6	6.79	1.19	0.98	7.71	0.35	0.043	0.015	0.003
PASTO-6	166.4	1.81	1.98	0.28	2.91	0.10	0.008	0.004	0.0007
PASTO-10	35,50	0.46	0.10	0.06	0.79	0.02	0.003	0.001	0.0002

Levando-se em consideração aos nutrientes do solo e da planta é provável que, com o pousio, haja recuperação do pasto com 10 anos.

Os níveis críticos dos elementos encontrados na matéria seca da *B. humidicola*, estão bem relacionados com os níveis críticos desses elementos no solo, conforme discussão dos resultados contidos na Tabela 4 e Tabela 5.

#### 4.4. Alterações físicas do solo

A produtividade do solo não depende somente da quantidade suficiente de nutrientes mas, também do sistema poroso adequado nas camadas onde se desenvolvem as raízes das plantas.

Dentre os fatores físicos que mais afetam o desenvolvimento das plantas é a compactação do solo que é a alteração da sua estrutura. A estrutura do solo é governada pelo tamanho e continuidade dos poros os quais determinam a permeabilidade, a drenagem, a retenção de água, a alteração da concentração de CO<sub>2</sub> na zona radicular, a resistência do solo a penetração das raízes e a disponibilidade de nutrientes.

Havendo redução no sistema radicular devido a compactação e sendo o solo de baixa fertilidade, certamente deve ocorrer distúrbios nutricionais na planta.

Conforme PRIMAVESI (1986), a compactação causada por bovinos, pesando em torno de 400Kg/cabeça, pode ser bastante elevada (3,5Kg/cm<sup>2</sup>) havendo a degradação de pastagem.

Uma relação importante no estudo de compactação do solo é a densidade global que é, na realidade, sua medida quantitativa mais direta. Observa-se na Tabela 9 que os valores da densidade global nas camadas de 0-10cm e 10-20cm do solo sob pastagens são significativamente

superiores ao da floresta. Na camada de 0-10cm há uma tendência em aumentar a densidade global com o tempo de pastejo, conforme Figura 10.

Tabela 9. Densidade global, Resistência do solo à penetração e umidade do solo sob floresta (Fl.), pasto com 4 anos (P-4), pasto com 6 anos (P-6), e pasto com 10 anos (P-10)<sup>1</sup>.

	Dens. Global		Res. Penet.		Umidade <sup>†</sup>		Um. (c. c) <sup>++</sup>		Um. (pmp) <sup>++</sup>	
	---g. cm <sup>-3</sup> ---		--Kgf. cm <sup>-2</sup> --		----- % -----					
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Fl.	0,92 <sup>c</sup>	1,06 <sup>b</sup>	11,35 <sup>c</sup>	15,32 <sup>a</sup>	45,7	40,8	43,5	49,8	26,6	31,1
P-4	1,10 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	11,96 <sup>c</sup>	13,42 <sup>b</sup>	53,3	45,6	52,1	54,0	31,3	33,7
P-6	1,12 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	14,27 <sup>a</sup>	15,48 <sup>a</sup>	50,2	43,4	59,0	58,0	33,0	33,8
P-10	1,18 <sup>b</sup>	1,15 <sup>a</sup>	16,61 <sup>a</sup>	14,88 <sup>a</sup>	39,8	42,1	51,0	54,6	30,6	33,6

1. Na mesma coluna os valores associados com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

(†) Umidade do solo correspondente ao dia 30/07/88, em % de volume.

(++) Umidade do solo (em % de volume) correspondente a capacidade de campo (cc) a 0,10atm e ponto de murcha permanente (pmp) a 15 atm.

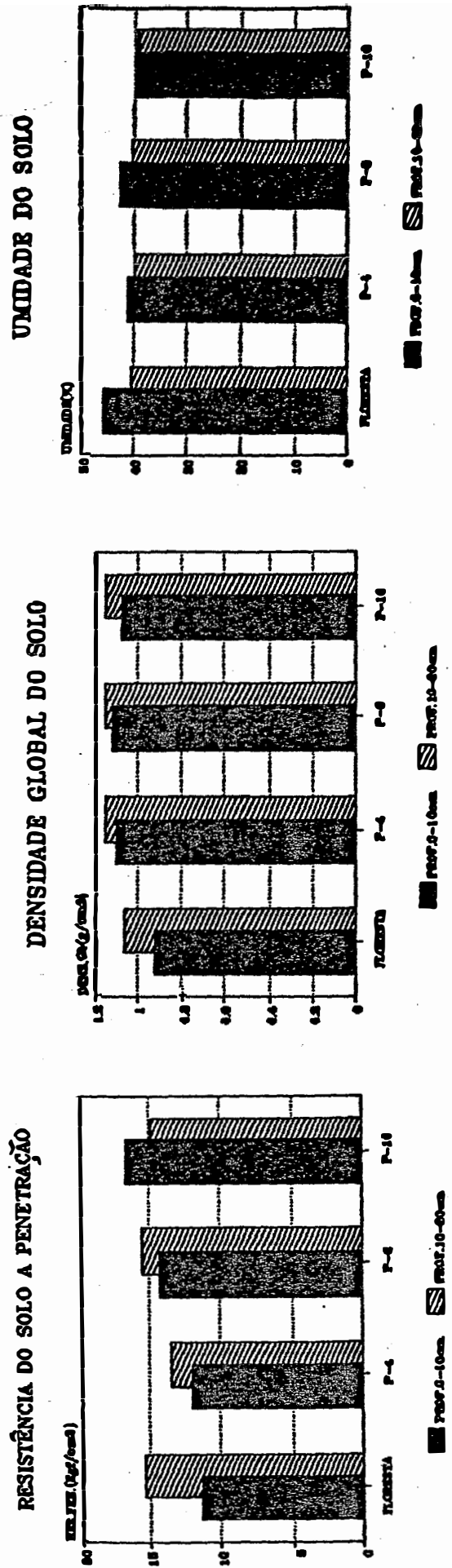


Figura 10. Propriedades físicas do Latossolo Amarelo sob floresta, pasto com 4 anos (P-4), pasto com 6 anos (P-6) e pasto com 10 anos.

Estes valores de densidade global, entretanto, foram inferiores ao valor ( $1,47\text{g.cm}^{-3}$ ) obtido por VEIHMEYER & HENDRICKSON (1948), em solos argilosos, que consideraram crítico pelo fato de não terem observado penetração de raízes.

Uma das condições que tendem a maximizar a compactação é a operação quando o solo está com o teor de umidade inadequado para operações havendo deterioração de suas condições físicas. Com a umidade muito elevada os solos argilosos tornam-se plásticos e, com a excessiva compressão causada pelos equipamentos e pisoteio dos animais, há um aumento da densidade global.

Conforme CORRÊA (1982), o Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas é mais suscetível à compactação quando apresentam a umidade superior ao limite de plasticidade (42%).

Como se observa na Tabela 9, as umidades do solo (na capacidade de campo) sob floresta e pastagem são superiores às encontradas por CORRÊA (1982), o que indica a alta tendência desse solo à compactação para essas condições de umidade.

Através do teste de compactação em laboratório (Proctor), DIAS (1983) observou no mesmo solo estudado por CORRÊA (1982) que a densidade global aumentava com o número de golpes e com a umidade do solo. A maior densidade global obtida foi de  $1,27\text{g.cm}^{-3}$  para o solo com 42% de umidade



quando foi submetido a 27 golpes.

TAYLOR & GARDNER (1963) observaram que, um solo com a mesma densidade global, a penetração das raízes diminuía com a redução do teor da água no solo. Concluíram que essa redução aumentava a resistência do solo à penetração fazendo com que as raízes em expansão experimentassem um impedimento mecânico cada vez maior.

A resistência do solo à penetração das raízes é considerada como um fator responsável pelo desenvolvimento da planta. A Tabela 8 mostra que as maiores alterações na resistência do solo à penetração ocorreram na camada de 0-10cm. Observa-se que, nessa mesma camada, o solo sob pastagens apresenta resistências à penetração significativamente superiores à do solo sob floresta. e que, conforme Figura 10, há uma tendência em aumentar essa resistência com o tempo de pastoreio com o gado.

Em Latossolo Amarelo muito argiloso sob floresta do Amazonas, DIAS (1983) observou que a resistência do solo à penetração aumentou significativamente de  $3,5\text{Kgf.cm}^{-2}$ , na camada de 0-5cm, para  $18,8\text{Kgf.cm}^{-2}$  na camada de 35-40cm.

Muitas pesquisas têm indicado correlação entre resistência do solo à penetração e o desenvolvimento da raiz. TAYLOR & BURNETT (1964) observaram que várias espécies estudadas não penetravam no solo argilo-arenoso, na capacidade de campo, quando a resistência do solo à

penetração era entre  $13,3\text{Kgf.cm}^{-2}$  e  $13,6\text{Kgf.cm}^{-2}$ . Segundo TAYLOR *et all* (1966) mais de 60% das raízes penetraram no solo quando a resistência do solo à penetração foi de  $2,3\text{Kgf.cm}^{-2}$ ; porém, a percentagem de penetração decresceu para 35% quando a resistência do solo à penetração foi de  $4,5\text{Kgf.cm}^{-2}$ ; a penetração das raízes cessou quando a resistência à penetração foi de  $11,3\text{Kgf.cm}^{-2}$ . Observa-se na Tabela 9 que as camadas de 0-10cm do solo sob pastagens apresentam valores de resistência à penetração superiores aos encontrados por TAYLOR *et all* (1966).

Uma correlação entre a resistência do solo à penetração e a umidade (na camada de 0-10cm) de um Latossolo Amarelo muito argiloso, com características físicas e químicas semelhantes ao solo por nós estudados, foi obtida por DIAS (1983). Este autor encontrou uma resistência do solo à penetração de  $7,4\text{Kgf.cm}^{-2}$  para o solo com 41% de umidade e  $26,2\text{Kgf.cm}^{-2}$  para 30% de umidade.

Levando-se em consideração que a resistência à penetração dos solos estudados foram obtidas quando os teores de umidade estavam próximos da capacidade de campo (com excessão para o pasto com 10 anos), conforme Tabela 9, devido a regular distribuição de chuvas (Tabela 10) na época da amostragem do solo, é provável que nos períodos mais secos do ano ou quando houver longos intervalos de chuvas, poderá ocorrer altos valores de resistência do solo à penetração.

Tabela 10 Dados de precipitação pluviométrica (Prec.Pluv.)  
 evapotranspiração (Evap.Transp.) correspondente  
 ao mês de junho de 1988, anteriores à época (30  
 de junho) da coleta das amostras de solo para  
 determinação da umidade.

Pentada --dias--	Prec.Pluv.	Evap.Transp. mm	Prec.-Evap.
1-5	6,2	8,2	-2,0
6-10	3,9	11,6	-7,7
11-15	102,0	6,6	95,45
16-20	13,4	8,4	5,0
21-25	68,8	7,9	60,9
26-29	20,2	5,4	14,8
Total	214,5	48,1	162,4

Conforme Relatório Técnico Bienal da EMBRAPA (1984), foi observado que, durante cinco dias de estiagem, a camada de 0-20cm de um Latossolo Amarelo muito argiloso (cultivado com milho) com características semelhantes ao solo por nós estudado, atingiu uma percentagem de umidade de 29% correspondente ao ponto de murcha permanente.

## 5. CONCLUSÕES

1. A autocorrelação mostrou que os parâmetros físicos e químicos do solo sob floresta e pastagens decresceram abruptamente dentro do "lag" 1 (a menor distancia entre as observações foi de 3 metros) indicando que estas observações são independentes espacialmente, isto é, são casuais.

2. O preparo das áreas para a implantação das pastagens, através da derruba manual e queima da floresta e o pastejo de bovinos, aumentou os níveis de macro e micronutrientes do solo, em relação à floresta, havendo ainda a diminuição da saturação de alumínio.

3. Dos macro e micronutrientes, analisados no solo e na planta, o nitrogênio e o fósforo apresentaram limitações para um melhor desenvolvimento da *Braquiaria humidicola*.

4. A saturação em bases (V%) e em alumínio (Al%) no solo sob pastagens não apresentaram limitações para o desenvolvimento da gramínea.

5. O manejo do pasto com a *Braquiaria humidicola* manteve o alto teor de matéria orgânica na camada de 0-10cm do solo.

6. Há uma tendência em aumentar a compactação da camada de 0-10cm do solo sob pastagens em função do tempo de pastejo e, com a redução da umidade do solo, o impedimento mecânico do solo à penetração das raízes da *Braquiaria humidicola* poderá limitar a sua produção.

7. Apesar do pasto de 10 anos apresentar um aspecto visual de degradação, há possibilidade de sua recuperação com o pousio e complementação do fósforo no solo através da adubação.

8. Teores médios de macro e micronutrientes do solo, concentração de nutrientes da biomassa em pastagens de quatro, seis e dez anos, indicam que o problema da degradação de pastos é mais uma questão de manejo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. Effect of liming on yields and composition of heavily fertilized grasses and on soil properties under humid tropical conditions. Soil Science Society of America Proceedings Madison, 28 : 675-61, 1964.

ALLISON, L. E. Organic carbon. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARK, F. E. ed. Method of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.2 1367-78.

ARA, M. A.; SANCHEZ, P. A.; BANDY, D. E. ; TOLEDO, J. M. Adaptability of grass-legume pasture in the Amazon of Peru. Agronomy Abastracts, Madison, 1981/82.

BAENA, A.R.C. The effects of pasture (*Panicum maximum*) on the chemical composition of the soil after clearing and

burning a typical tropical highland rain forest. Ames, 1977. 172p (M.S. -Iowa State University).

BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Bol. Tec.Inst. Agrop. Norte, Belém, (59):68-122, 1972.

BEAR, F. & TOTH, S.J. Influence of calcium on availability of other soil cations. Madison, Soil Science, 1948. 65: 69-74.

BECKETT, P.H. & WEBSTER, R. Soil variability: a review. Soil and Fertilizers, Farnham Royal, 34: 1-15, 1971

BLOISE, R.M.; MOREIRA, G.N.C.; DYNIA, J.F. Os fertilizantes e seu emprego: técnica de coleta de amostras. Rio de Janeiro EMBRAPA/Serviço Nacional de Conservação de Solos, 1977. 54p.

BOYER, J.; Soil potassium. In: Soil of the humid tropics. Washington, National Academy of Sciences, 1972 p.102-35.

BRAGA, J.M.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos de Minas Gerais. I .Potássio disponível. Revista Ceres, Viçosa, 20 (107):53-64, 1973.

- CADIMA, Z.A.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica de um Latossolo Vermelho Amarelo textura média no campo. Revista brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4: 63-6, 1980.
- CARVALHO, M.M. de.; MOZZER, O.L.; FRANÇA, G.E.; GONTIJO, V.F.M. Efeito da fertilização química sobre o rendimento e qualidade do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness) Stapf), em solo de cerrado. In: ANDRADE, I.F. de.; Programa de bo-vinos; pesquisas em andamento de pastagens e nutrição de ruminantes. 1972/1973. Belo Horizonte, Programa Integrado de Pesquisas Agropecuária do Estado de Minas Gerais, 1973.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual. Cali, CIAT, 1982. p.81-3.
- CLARK, I. Practical geoestatistics. England, Applied Sci. Publ. Ltda; 1979. 129p.
- CORREA, J.B.D. Variabilidade espacial de características e propriedades físicas de Latossolo do município de Lavras-MG. Lavras, 1986. 83p. (M.S.-Escola Superior de Agricultura de Lavras).
- CORREIA, J.C. Limites de consistência de solos da Amazônia



Central e sua importancia agricola. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(6): 917-21, jun. 1982.

DANTAS, N.; RODRIGUES, I.A.; MULLER, N.R.M.; Estudos fitossociologicos dos trópicos húmido brasileiro; aspectos fitossociológicos de mata sobre Latossolo amarelo em Capitão Poço. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1980. 23p. CEMBRAPA/CPATU. Boletim de pesquisa, 9).

DAVIS, J.C. Statistics and data analysis in Geology. New York, John Wiley, 1973. 550p.

DIAS, A.C.P. Effects of selected land clearing methods on the phisical properties of an Oxissol in the Brazilian Amazon. s.l; Berkshire, 1983 187p. (Ph.D. - University of Reading).

DIAS FILHO, M.B.; Limitações e potencial de Brachiaria humidicola para o trópico úmido brasileiro. Belém. EMBRAPA/CPATU, 1983 28p. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 20).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório técnico anual da UEPAE de Manaus-1978 Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus. 1979. 294p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mapa de solos.

do Brasil. escala 1:5milhões. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório Técnico anual da UEPAE de Manaus, 1981. Manaus, 1981. 202p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório técnico bienal da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus. 1982-1983. Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus, 1984. 360p.

EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Trad.de E.MALAVOLTA. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.

FALADE, J.A. The effect of phosphorus on the growth and mineral composition of five tropical grasses. E.A. Agric. For. J. Nairobi, 40: 342-50, 1975.

FALESI, I.C. Ecossistemas de pastagem cultivada na Amazônia brasileira. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1976. 193p. (EMBRAPA/CPATU. Boletim Técnico,1)

FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: INSTITUTO DE PESQUISA E

EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA DO NORTE. Zoneamento agrícola da Amazônia. Belém, IPEAN 1972. 153p. CIPEAM. Boletim técnico,54).

FERNANDES, M.R. Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho Distrófico, fase cerrado decorrentes da modalidade de uso e manejo. Viçosa, 1982. 65p. (M.S. Universidade Federal de Viçosa).

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, 1982. 228p. (Recen-ceamento Geral do Brasil, 9, v.2, t.2).

GLORIA, N. A. da. Adubação potássica de pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS; SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 8; Piracicaba, 1986. Anais. Piracicaba, FEALQ, 1986. 542p.

GUROVICH, L.A. & STERN, J. Variabilidade espacial de la velocidad de infiltración en suelo. Ciencia e Investigacion Agraria. Chile, 10: 271-7, 1983.

HECHT, S.B. In: SANCHES, P.A. & TERGAS L.E.; ed. Pasture production in acid soils of tropics. Cali, CIATI, 1979. p.65-80.

- HECHT, S.B. Cattle ranching in eastern Amazonia. Berkeley, 1981. 455p. (Ph.D. - University of California).
- HECHT, S.B. Cattle ranching in the eastern Amazon: environmental and social implications. In: MORAN, E.F. Dilema of Amazonian development. Boulder, Westview Press, 1983 p.155-88.
- INSTITUTO DE PESQUISAS E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA DO NORTE. Convênio Levantamento pedológico da área do Distrito Agropecuário da SUFRAMA. Solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA. Manaus, IPEAAOc, 1971. 99p. (IPEAAOc. sér. solos, v.1, n.1).
- INSTITUTO DE PESQUISAS E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA DO NORTE. Os solos da área de Manaus Itacoatiara. Manaus, Secretaria do Estado da Produção; Belém, IPEAN, 1969, 116p. (Estudos e ensaios, 1).
- KLINGE, H.; RODRIGUES, W.A.; BRUNIG, E.; FITTKAU, E.J. Biomass and structure in a central amazonian rain forest. In: COLLEY, F.B. & MEDINA, E.; ed. Tropical ecological systems; trends in terrestrial and aquatic research. New York, Springer-Verlag, 1975. p.115-122. (Ecological studies, 11).

LOPES, A.S. Solos sob "cerrado"; características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1983. 162p.

LUGO-LÓPEZ, M.A. Pore size and bulk density as mechanical soil factors impeding root development. J. Agric. Univ. P. Rico, 44(1):40-4, 1960.

McLEAN, E.O. Contrasting concepts in soil test interpretation; sufficiency levels of available nutrients versus basic saturation ratios. s.l., s.ed., 1976.

McLEAN, E.O. & CARBONEL, M.D. Calcium, magnesium and potassium saturation ratios in two soils and their upon yields and nutrient contents of German millet and alfafa. Madison, Soil Science Society American Proceedings, 1972. 36: 927-30.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F.; Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.

MARTINEZ, H.G.P. & HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo em *Braquiaria decumbens* (Rendle) Schweickardt, *Digitaria*

- decumbens*. Stent, *Hyparrehenia rufa* (Ness) Stapf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jac. e *Pennisetum purpureum* Schum. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 37: 913-77, 1980.
- MURPHY, J. & RILEY, J.R. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta, Amsterdam, 27: 31-6, 1962.
- MUZZILLI, O.; MUNHOZ, F.C.; SCOTT, C.A.; KALCKMANN, R.E. Interpretação de análise de assistência. I. Correção entre as análises dos solos, os ensaios de campo. Milho; 1968/69. Revista da Escola de Agronomia e Veterinária, Curitiba, 5: 7-16, 1969.
- NASCIMENTO, C.N. do. & HOMMA, A.K.O. Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola. Belém. EMBRAPA/CPATU, 1984. 282p.
- NASCIMENTO F<sup>o</sup>, V.F.; REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L. Deslocamento miscível do íon cloreto em solo Terra Roxa Estruturada (Alfisol) saturado em condições de campo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3: 67-73, 1979.
- OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. Geologia do Brasil. 2.

ed. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola; 1943. 813p. (Série didática).

OLIVEIRA, J.B. & ROTTA, C.L. Apreciação generalizadas sobre a variação das características químicas das unidades de solo da Estação Experimental de Limeira. Bragantia, Campinas, 32: 62-9, 1973.

PEDREIRA, J.V.S. Crescimento estacional dos capins colônia (*Panicum maximum* Jacq.), gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.), jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf) e pangola de Taiwan A.24 (*Digitaria pentzi* Stent). Piracicaba, 1972. 117p. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

PINTO, F.A.; FERREIRA, P.A.; BERNARDO, S.; OLIVEIRA, L.M. Variabilidade da condutividade hidráulica, da densidade aparente e da distribuição do tamanho das partículas de um Podzólico Vermelho Amarelo. Revista Ceres, Viçosa, 27(150): 196-214, 1980.

PIRES, J.M. Tipos de vegetação da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 20: 170-202, 1973.

PRIMAVESI, A.; Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Centaurus,

1986. 184p.

RÉATGNI, K.; IBAZETA, H.; CÁRDENAS, E.Y.; SCHAUS, R.  
Avances en la investigación de pastos. Tingo Maria,  
Estación Experimental Tulumayo, CIPA XI, INIPA, 1984.  
10p.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema  
solo-planta-atmosfera. 4. ed. Campinas, Fundação Cargil,  
1985. 445p.

REICHARDT, K.; VIEIRA, S.R.; LIBARDI, P.L. Variabilidade  
espacial de solos e experimentação de campo. Revista  
Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10: 1-6, 1986.

REICHARDT, K.; GROHMANN, F.; LIBARDI, P.L. ; QUEIROZ, S.V.  
Spatial variability of a tropical soil. III. Soil water  
retention curves and hydraulic conductivity. Piracicaba,  
CENA, 1976. 25p. (BT, 004).

RICHARDS, L.A. Physical condition of water in soil. In:  
BLACK, C.A.; ed. Methods of soil analysis. Madison,  
American Society of Agronomy, 1965. pt.1, p.128-51  
(Agronomy, 9).

RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Potássio em solo de



cerrado. I. Resposta à adubação potássica. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3:25-32, 1979.

ROCHA, G.L. Perspectivas e problemas de adubação de pastagens no Brasil. In: Calagem e adubação de pastagens. Piracicaba, POTAFOS, 1986.

SÃ JUNIOR, J.P.M.; UCHOA, B.F.; SKOGLEY, E.O. Subsídios à caracterização de solos carentes em P e K para milho na região fisiográfica do Nordeste do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 5:351-7, 1970.

SADDIQ, M.H.; WIERENGA, P.J.; HENDRICKX, J.M.M.H.; HUSSAIN, M.Y. Spatial variability of soil water tension in an irrigated soil. Soil Science; Baltimore, 140(2):126-32, 1985.

SALINAS, J.G. & SANCHEZ, P.A. Soil plant relationships affecting varietal soil phosphorus. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(2):156-68, 1981.

SANCHEZ, P.A. Advances in the management of Oxisols and Ultisols in tropical South America. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SOIL ENVIRONMENT AND FERTILITY MANAGEMENT IN INTENSIVE AGRICULTURE, Tokio, 1977. Proceedings. Tokio, Japan, Society of the Science of Soil and Manure, 1977.

p. 535-66.

SANCHEZ, P.A. Soil fertility and conservation considerations for agroforestry systems in the humid tropics of Latin America. In: MONGI, H.O. & HUXLEY; ed. Soil research in agroforestry. Nairobi, ed. 1979.

SANCHEZ, P.A. Estratégia de produção de pastagem para solos ácidos da América tropical baseada na utilização de leguminosas. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7 (1) Jan/abril, 1982.

SERRÃO, E.A.S.; FALESI, I.C.; BEIGA, J.B. TEIXEIRA, J.F. Productivity of cultivated pastures in low fertility soils of the Amazon of Brasil. In: SANCHEZ, P.A. & TERGAS, L.E. ed. Pasture production in soils of the tropics. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. p.195-226.

SEUBERT, C.E.; SANCHEZ, P.A. VALVERDE, C. Effects of land clearing methods on soil properties and crop performance in an Ultisol of the Amazon Jungle of Peru. Tropical Agriculture. Trindade, 54: 307-21, 1977.

SHUBART, H.O.R.; Ecologia e utilização das florestas. In: SALATI, E.; coord. Amazônia; desenvolvimento, integração e

- ecologia. São Paulo. Brasiliense/CNPq, 1983. p.101-43.
- SILVA, B.N.R.da; ARAUJO, J.V.N RODRIGUES, T.E. Os solos da área de Cacau Pirêra-Manacapuru. Solo da Amazônia, Belém, 2(3):1-198, 1970.
- SINGH, R. Micronutrient availability in dominant soil types of brasilian humid tropics. III. copper. In: SIMPOSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém, EMBRAPA/CPATU, 1986. V.1, P.245-57. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 36).
- SMYTH, T.J. & BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um Latossolo Amarelo Álico pela queima da vegetação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 8(1): 1-66, jan./abr. 1984.
- SOMBROEX, W.E. Reconnaissance soil survey of the area Guama-Imperatriz, Belém, SPEVEA, 1962. 54p.
- TANNER, C.B. & MAMARIL, C.P. Pasture soil compaction by animal traffic. Agronomy Journal, Madison, 51(6): 329-31, 1959.
- TAVARES FILHO, J. Variabilidade espacial de características e propriedades físicas de Terra Roxa Estruturada Latossólica do município de Perdões-MG. Lavras, 1987.

- 54p. (M.S.-Escola Superior de Agricultura de Lavras).
- TAYLOR, H.M. & BURNETT, E. Influence of soil strenght on the root growth habits of plants. Soil Science, Baltimore, 98:174-80, 1964.
- TAYLOR, H.M. & GARDNER, H.R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content and strength of soil. Soil Science, Baltimore, 96:153-6, 1963.
- TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M. PARKER, JR, J.J. Soil strength root penetration relations for medium-to coarse textured soil materials. Soil Science, Baltimore, 102:18-22, 1966.
- TEIXEIRA, L.B. Dinâmica do ecossistema de pastagem cultivada em área de floresta na Amazônia Central. Manaus, 1987. 100p. (Doutorado- Fundação Universidade do Amazonas).
- TOLEDO, J.M. & MORALES, V.A. Establishment and management of improved pastures in the Peruvian Amazon. In: SANCHEZ, P.A. & TERGAS, T.E.; ed. Pasture production in acid soils of the tropics. Cali, CIAT, 1979. p.177-94.
- VAN RAIJ, B. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana de açúcar. Ciência e Cultura, São

Paulo, 26(6):575-9, 1973.

VAUCLIN, M.; VIEIRA, S.R.; BERNARD, R.; HATFIELD, J.L.  
Spatial variability of surface temperature along two  
transects of a bare soil. Water Resources Research,  
Washington, 18:1677-86, 1982.

VEIGA, J.B. da.; SERRÃO, E.A.S.; PEDREIRA, C.A. Adubação de  
estabelecimento do capim andropogon (Andropogon gajanus  
Kunth) em área de pastagens degradadas de Paragominas.  
Belém, EMBRAPA/CPATU, 1985. (EMBRAPA/CPATU. Comunicado  
técnico, 57).

VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. Soil density and root  
penetration. Soil Science, Baltimore, 65:487-93, 1948.

VICENTE-CHANDLER, J. & SILVA, J. Effects of nitrogen  
fertilization and grass species on soil physical condution  
in some tropical pastures. Journal of Agricultural Univ.  
P. Rico. 44(2):77-86, 1960.

VICENTE-CHANDLER, J. ; CARO-COSTA, R.; PEARSON, R.N.; ABRUNĂ,  
F.; FIGARELLA, J. SILVA, S. The intensive managemente of  
tropical forages in Puerto Rico, Univ. P. Rico Agric. Exp.  
Station, 1964. (Bulletin, 18).

- VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W.  
Geostatistical theory and application to variability of  
some agronomical properties. California, Hilgardia,  
3:1-75, 1983. 75p.
- VIEIRA, L.S. & SANTOS, P.C.T. Amazônia, seus solos e outros  
recursos naturais. São Paulo, Agronômica Ceres, 1987,  
416p.
- VIETS JR; F.G. LINDSAY, W.L. Testing soil for zinc,  
copper, manganese and iron. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D.;  
ed. Soil testing and plant analysis. Madison, Soil  
Science Society of America, 1973. 491p.
- WARD, R.C.; LANGIN, E.J.; OLSON, R.A. STUKENHOLTZ, D.D.  
Factors responsible for poor response of corn and grain  
sorghum to phosphorus fertilization. III. Effects of soil  
compaction, moisture, level and other properties on P  
relations. Soil Science Society America Proceedings,  
Madison, 27(3):326-30, 1963.
- WARRICK, A.W. & NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil  
physical properties in field. In: HILLEL, D. , ed.  
Applications of soil physics, New York, Academic Press,  
1980. p.319-44.

WEBSTER, R. & CUANALO DE LA C, H.E. Soil transect correlograms of North Oxfordshire and their interpretation. Journal of Soil Science, Oxford, 26:176-94, 1975.

WERNER, J.C. & HAAG, H.P.; Estudos sobre nutrição mineral de alguns capins tropicais. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29(1):191-245, 1972.

WERNER, J.C. & MATTOS, H.B.; Estudo de nutrição de capim gordura. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29(1):175, 1972.

**APÉNDICE 1.**



FLORESTA:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN.(Kgf/cm<sup>2</sup>) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.08637	.14142	2	.07898	.14247
3	-.24019	.14335	4	.08169	.15118
5	-.16170	.15206	6	-.15794	.15546
7	.00129	.15864	8	-.06361	.15864
9	.03543	.15915	10	.05413	.15931
11	.29268	.15967	12	-.10801	.17006
13	-.13689	.17143	14	-.24358	.17360
15	.11969	.18031	16	-.01625	.18189
17	-.13420	.18192	18	-.00933	.18389
19	-.05804	.18390	20	.22401	.18427
21	-.00180	.18963	22	.18402	.18963
23	-.16837	.19317	24	.03428	.19609

FLORESTA:AUTOCORRELAÇÃO para Umidade(%) da Res.Pen.na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.49429	.14142	2	.46617	.17255
3	.31176	.19613	4	.09325	.20580
5	.03289	.20664	6	-.10049	.20675
7	-.21172	.20772	8	-.07239	.21199
9	-.05740	.21249	10	-.01832	.21280
11	.07027	.21283	12	.00106	.21329
13	.08449	.21329	14	.09055	.21396
15	.00673	.21473	16	-.00162	.21473
17	-.10383	.21473	18	-.10783	.21573
19	-.07211	.21681	20	-.04880	.21729
21	-.12143	.21751	22	-.11555	.21886
23	-.11080	.22007	24	-.16983	.22119

FLORESTA: AUTOCORRELAÇÃO - DENS.GLOBAL(g/cm<sup>3</sup>) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.12964	.14142	2	.05783	.14142
3	-.02255	.14142	4	.05148	.14142
5	-.02470	.14142	6	-.13222	.14142
7	.03368	.14142	8	.03016	.14142
9	.05826	.14142	10	.26372	.14142
11	.02592	.14142	12	.11654	.14142
13	.01898	.14142	14	-.05167	.14142
15	.08662	.14142	16	-.08677	.14142
17	.06834	.14142	18	-.02765	.14142
19	.00749	.14142	20	-.16222	.14142
21	.08272	.14142	22	-.15334	.14142
23	-.21762	.14142	24	-.14398	.14142

FLORESTA - AUTOCORRELAÇÃO : DENS.GLOBAL na prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.06624	.14142	2	.26897	.14142
3	-.10327	.14142	4	-.18444	.14142
5	.08604	.14142	6	-.08558	.14142
7	.17782	.14142	8	-.06044	.14142
9	.17403	.14142	10	.12725	.14142
11	.00759	.14142	12	.05019	.14142
13	.03757	.14142	14	.04622	.14142
15	-.10714	.14142	16	.01042	.14142
17	.11878	.14142	18	.06770	.14142
19	-.11106	.14142	20	-.14459	.14142
21	.04092	.14142	22	.00058	.14142
23	-.08970	.14142	24	-.21863	.14142

PASTO-4 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN.(Kgf/cm2) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	-.30234	.14142	2	.05026	.15381
3	.03645	.15413	4	-.12044	.15431
5	.17847	.15618	6	-.16219	.16020
7	.02216	.16345	8	.03167	.16351
9	.01413	.16364	10	-.06591	.16366
11	.01085	.16419	12	.08020	.16421
13	-.11626	.16499	14	-.03070	.16662
15	.10388	.16673	16	-.06721	.16802
17	.20318	.16856	18	-.25367	.17339
19	.00836	.18066	20	.10077	.18066
21	-.13693	.18178	22	.15253	.18384
23	-.07288	.18635	24	.03216	.18692

PASTO-4 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN.na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.07216	.14142	2	.14198	.14216
3	.02012	.14496	4	-.09633	.14502
5	.25744	.14629	6	-.16585	.15509
7	-.01113	.15860	8	-.06515	.15861
9	-.08526	.15915	10	.02055	.16006
11	-.17907	.16011	12	-.03636	.16407
13	-.14672	.16423	14	.05918	.16683
15	.12697	.16725	16	.00763	.16917
17	-.03223	.16917	18	-.19937	.16930
19	-.04441	.17393	20	.07019	.17415
21	-.02085	.17472	22	.03076	.17477
23	-.03605	.17488	24	-.00123	.17503

PASTO-4 ANOS : AUTOCORRELAÇÃO - DENS.GLOBAL na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.19413	.14142	2	-.05080	.14142
3	.13417	.14142	4	-.09754	.14142
5	-.20766	.14142	6	.08996	.14142
7	-.05748	.14142	8	.10480	.14142
9	.01541	.14142	10	-.19103	.14142
11	-.13349	.14142	12	-.13531	.14142
13	-.03188	.14142	14	.09282	.14142
15	.05768	.14142	16	-.01337	.14142
17	.00282	.14142	18	.04057	.14142
19	-.02339	.14142	20	.04109	.14142
21	-.01552	.14142	22	.09030	.14142
23	-.13718	.14142	24	.00928	.14142

PASTO-4 ANOS: AUTOCORRELAÇÃO - DENS.GLOBAL na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.17377	.14142	2	.10024	.14142
3	.00046	.14142	4	-.01811	.14142
5	.19737	.14142	6	-.19857	.14142
7	-.22038	.14142	8	-.06644	.14142
9	-.00434	.14142	10	.01669	.14142
11	-.03578	.14142	12	.03717	.14142
13	-.04523	.14142	14	-.15379	.14142
15	.06805	.14142	16	-.01799	.14142
17	.05610	.14142	18	-.05449	.14142
19	-.17777	.14142	20	-.22500	.14142
21	.01587	.14142	22	-.06473	.14142
23	-.10303	.14142	24	-.00026	.14142

PASTO-4 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para % Umidade da RES.PEN.na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.11950	.14142	2	.07736	.14343
3	.11967	.14426	4	-.03627	.14623
5	-.25308	.14641	6	.11908	.15491
7	.07342	.15673	8	-.05715	.15742
9	-.08823	.15783	10	.07890	.15882
11	-.01390	.15960	12	.00358	.15962
13	.02427	.15962	14	.11503	.15970
15	-.13375	.16135	16	-.04566	.16355
17	.14748	.16380	18	-.06729	.16644
19	-.05844	.16698	20	.12295	.16739
21	-.10550	.16919	22	-.20079	.17050
23	.06538	.17516	24	.02160	.17565

PASTO-4 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para % Umidade da RES.PEN.na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	-.07479	.14142	2	.22537	.14221
3	-.17561	.14918	4	.14790	.15326
5	.06914	.15609	6	-.09774	.15670
7	-.10719	.15792	8	-.19192	.15936
9	.08926	.16392	10	-.16376	.16489
11	.03770	.16811	12	-.14233	.16828
13	.01233	.17067	14	.03432	.17069
15	-.09103	.17083	16	.13529	.17179
17	.03002	.17391	18	.19273	.17402
19	-.10407	.17823	20	.22800	.17945
21	-.05659	.18515	22	.14848	.18549
23	-.07025	.18786	24	.01464	.18838

PASTO- 6 ANOS: AUTOCORRELAÇÃO - DENS.GLOBAL na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	-.15021	.14142	2	-.07178	.14142
3	-.10573	.14142	4	-.08968	.14142
5	-.01425	.14142	6	-.10607	.14142
7	-.03488	.14142	8	-.15434	.14142
9	-.07248	.14142	10	.10111	.14142
11	.01613	.14142	12	-.00997	.14142
13	.08570	.14142	14	-.17579	.14142
15	.01183	.14142	16	.05368	.14142
17	.06061	.14142	18	-.10488	.14142
19	.04137	.14142	20	-.03375	.14142
21	-.02917	.14142	22	-.10594	.14142
23	.09509	.14142	24	-.20312	.14142

PASTO- 6 ANOS: AUTOCORRELAÇÃO - DENS.GLOBAL na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.24479	.14142	2	-.03775	.14142
3	.14178	.14142	4	.00349	.14142
5	.12423	.14142	6	.08914	.14142
7	-.17020	.14142	8	.11128	.14142
9	.13992	.14142	10	.05972	.14142
11	.03250	.14142	12	-.07818	.14142
13	.10355	.14142	14	.01146	.14142
15	-.09760	.14142	16	-.12999	.14142
17	.03304	.14142	18	.06189	.14142
19	-.04722	.14142	20	-.04019	.14142
21	-.04463	.14142	22	-.26270	.14142
23	.09322	.14142	24	.12206	.14142

PASTO-6 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para % Umidade da RES.PEN.na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	-.02196	.14142	2	-.18081	.14149
3	-.13380	.14604	4	-.13006	.14847
5	.24908	.15073	6	.18295	.15875
7	-.19130	.16291	8	-.14645	.16734
9	.15546	.16989	10	-.08773	.17271
11	-.09014	.17360	12	.02267	.17453
13	-.17876	.17459	14	.28587	.17821
15	-.03799	.18716	16	-.21437	.18731
17	-.11305	.19216	18	.07679	.19348
19	.15476	.19409	20	.17157	.19655
21	-.04062	.19952	22	-.17480	.19968
23	.04686	.20272	24	.09694	.20294

PASTO-6 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN.na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.25131	.14142	2	.14056	.15009
3	.21930	.15270	4	.32680	.15887
5	.26984	.17179	6	.15747	.18007
7	.15958	.18280	8	.11699	.18557
9	.08050	.18704	10	.00098	.18773
11	-.01196	.18773	12	.06830	.18774
13	.05247	.18824	14	-.01868	.18853
15	.12743	.18857	16	-.01526	.19028
17	-.12177	.19031	18	-.00518	.19186
19	.00549	.19186	20	.11289	.19187
21	-.11999	.19319	22	-.10209	.19468
23	-.10448	.19574	24	.01430	.19686

PASTO-6 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN(Kgf/cm<sup>2</sup>) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.17397	.14142	2	.20647	.14564
3	.10605	.15138	4	-.08750	.15286
5	.10164	.15386	6	-.01468	.15519
7	-.06743	.15522	8	-.02122	.15581
9	-.00631	.15586	10	-.05971	.15587
11	-.09896	.15633	12	-.03521	.15757
13	-.01087	.15773	14	.00807	.15775
15	.04089	.15775	16	.01945	.15797
17	-.05517	.15801	18	-.01099	.15840
19	.07959	.15841	20	-.07734	.15921
21	.09724	.15996	22	-.12084	.16114
23	-.05876	.16294	24	-.00511	.16337

PASTO-6 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para % Umidade da RES.PEN.na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	-.09891	.14142	2	-.10879	.14280
3	-.12285	.14445	4	-.18525	.14652
5	.26331	.15113	6	-.01493	.16004
7	.10762	.16007	8	-.09716	.16151
9	-.10417	.16268	10	-.09847	.16401
11	.00278	.16518	12	.10333	.16519
13	-.06917	.16647	14	.22170	.16705
15	-.01680	.17283	16	-.13127	.17286
17	-.09294	.17485	18	-.15345	.17583
19	.19709	.17849	20	-.05209	.18279
21	-.07607	.18309	22	-.03801	.18372
23	-.07605	.18388	24	.10426	.18450



PASTO-10 ANOS: AUTOCORRELAÇÃO - DENS.GLOBAL na prof.0-10cm.

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.04849	.14142	2	.12280	.14142
3	-.20803	.14142	4	.03161	.14142
5	-.13529	.14142	6	-.04783	.14142
7	.00659	.14142	8	-.11634	.14142
9	.14952	.14142	10	-.01672	.14142
11	-.17335	.14142	12	-.11204	.14142
13	-.04675	.14142	14	.26004	.14142
15	.09275	.14142	16	.07960	.14142
17	-.02217	.14142	18	-.00990	.14142
19	.08114	.14142	20	-.17998	.14142
21	.14726	.14142	22	-.09943	.14142
23	-.03718	.14142	24	-.01850	.14142

PASTO-10 ANOS: AUTOCORRELAÇÃO -DENS.GLOBAL na prof. 10-20cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.12185	.14142	2	-.09484	.14142
3	.16216	.14142	4	.00029	.14142
5	.07774	.14142	6	.00401	.14142
7	-.17509	.14142	8	-.16600	.14142
9	.11996	.14142	10	-.07991	.14142
11	.01172	.14142	12	-.09677	.14142
13	-.26726	.14142	14	-.05665	.14142
15	-.07526	.14142	16	-.07146	.14142
17	.05792	.14142	18	.06993	.14142
19	.21389	.14142	20	-.14673	.14142
21	-.07709	.14142	22	-.05389	.14142
23	.04131	.14142	24	-.05303	.14142

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para % Umidade na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	-.01187	.14142	2	-.08058	.14144
3	.13754	.14236	4	-.05853	.14499
5	-.03772	.14546	6	-.09614	.14566
7	-.17257	.14692	8	-.06393	.15092
9	.07032	.15146	10	.03747	.15211
11	-.14779	.15230	12	-.00700	.15514
13	-.05106	.15514	14	-.07695	.15548
15	.01750	.15624	16	-.03697	.15628
17	-.00206	.15645	18	.26488	.15645
19	.03136	.16518	20	-.03099	.16530
21	.04850	.16542	22	-.01089	.16570
23	.11829	.16571	24	-.16089	.16739

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN.(Kgf/cm2) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.35049	.14142	2	.14988	.15784
3	.16380	.16066	4	.00992	.16397
5	-.10038	.16398	6	-.16206	.16520
7	-.04872	.16835	8	.03069	.16863
9	.13540	.16875	10	.01645	.17091
11	-.05250	.17094	12	-.01593	.17126
13	-.06464	.17129	14	-.05664	.17178
15	-.10556	.17215	16	.09629	.17344
17	.19402	.17450	18	.12518	.17877
19	-.05814	.18051	20	.01143	.18089
21	-.04285	.18090	22	-.07459	.18110
23	.02374	.18172	24	.00352	.18178

PASTO-10 ANOS :AUTOCORRELAÇÃO para % Umidade na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.03885	.14142	2	.12304	.14163
3	-.05129	.14376	4	-.02316	.14412
5	-.16181	.14420	6	.25148	.14778
7	-.00500	.15611	8	.06674	.15611
9	.05107	.15668	10	.16904	.15701
11	.00800	.16061	12	-.11722	.16062
13	-.08827	.16232	14	-.05899	.16328
15	-.11194	.16370	16	.09913	.16523
17	.07003	.16641	18	-.02556	.16700
19	.05637	.16708	20	-.02823	.16746
21	-.00253	.16756	22	-.21356	.16756
23	-.10523	.17291	24	-.17371	.17419

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para RES.PEN.na Prof.10-20cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.53425	.14142	2	.45584	.17725
3	.30457	.19932	4	.20871	.20842
5	.23441	.21256	6	.20228	.21767
7	.14392	.22117	9	.22412	.22326
9	.18914	.22771	10	.05321	.23083
11	-.08198	.23108	12	-.16027	.23166
13	-.03213	.23387	14	-.00836	.23396
15	.10690	.23396	16	-.01480	.23494
17	.02203	.23496	18	-.00956	.23500
19	-.04335	.23500	20	-.10047	.23516
21	-.13165	.23602	22	-.10266	.23749
23	-.00948	.23837	24	-.04455	.23838

## FLORESTA:AUTOCORRELAÇÃO para FOSFORO(P)na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.43342	.14142	2	.20732	.16587
3	.27304	.17098	4	.10140	.17949
5	.09416	.18063	6	.21436	.18161
7	.14000	.18660	8	.16292	.18869
9	.26463	.19148	10	.09883	.19866
11	-.02319	.19964	12	-.10339	.19970
13	-.11743	.20076	14	.02708	.20213
15	-.04144	.20221	16	-.15276	.20237
17	-.14833	.20467	18	-.16237	.20681
19	-.15210	.20934	20	-.14767	.21154
21	-.21035	.21359	22	-.15144	.21770
23	-.04389	.21979	24	-.13089	.21997
25	-.03502	.22152			

## FLORESTA:AUTOCORRELAÇÃO para pH na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.21212	.14142	2	-.01515	.14765
3	-.07576	.14768	4	-.01515	.14845
5	.07576	.14848	6	.01515	.14926
7	.07576	.14929	8	.04545	.15005
9	-.03030	.15033	10	.09091	.15045
11	.10606	.15155	12	.01515	.15302
13	.10606	.15305	14	.22727	.15452
15	.13636	.16106	16	.00000	.16336
17	-.09091	.16336	18	.03030	.16436
19	-.07576	.16448	20	-.22727	.16517
21	-.12121	.17131	22	-.07576	.17302
23	.00000	.17368	24	.03030	.17368
25	.12121	.17379			

## FLORESTA:AUTOCORRELAÇÃO para Mg na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.52902	.14142	2	.38592	.17662
3	.29181	.19275	4	.27050	.20139
5	.26549	.20853	6	.33800	.21518
7	.16937	.22555	8	.11564	.22808
9	.08744	.22925	10	.03114	.22992
11	.07573	.23000	12	.10852	.23050
13	.01029	.23152	14	-.03636	.23153
15	-.02456	.23164	16	.00603	.23169
17	.00373	.23170	18	-.04779	.23170
19	-.03815	.23190	20	-.07075	.23202
21	-.15722	.23245	22	-.15965	.23457
23	-.19001	.23673	24	-.12659	.23976
25	-.22017	.24110			

## FLORESTA:AUTOCORRELAÇÃO para Calcio na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.09966	.14142	2	-.01017	.14282
3	-.04962	.14283	4	-.01540	.14318
5	.04355	.14321	6	-.03547	.14348
7	-.02951	.14365	8	.00895	.14377
9	.02039	.14378	10	-.02404	.14384
11	.01645	.14392	12	-.07322	.14396
13	-.10620	.14470	14	-.00313	.14625
15	.23885	.14625	16	.06277	.15386
17	-.07722	.15437	18	-.09840	.15514
19	-.09693	.15638	20	-.03749	.15758
21	-.10612	.15776	22	-.08446	.15918
23	.04802	.16007	24	.01620	.16036
25	.01860	.16039			

FLORESTA: AUTOCORRELAÇÃO para Potássio(K) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.37891	.14142	2	.14760	.16045
3	.13799	.16314	4	.25413	.16546
5	.04548	.17309	6	.05492	.17333
7	.11852	.17367	8	.02126	.17528
9	.03972	.17534	10	.05024	.17552
11	.13587	.17580	12	.03942	.17789
13	-.03346	.17807	14	-.18371	.17819
15	-.00285	.18194	16	-.04424	.18194
17	.04365	.18216	18	-.14433	.18236
19	-.13498	.18464	20	-.15949	.18660
21	-.12649	.18930	22	-.14747	.19099
23	-.27298	.19325	24	-.21002	.20082
25	-.25600	.20516			

FLORESTA: AUTOCORRELAÇÃO para Alumínio(Al) na prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.09155	.14142	2	.24609	.14260
3	.15510	.15086	4	-.07511	.15401
5	.12015	.15474	6	-.03976	.15660
7	-.02310	.15680	8	.17819	.15687
9	-.04446	.16086	10	-.14359	.16111
11	.04196	.16365	12	-.34853	.16386
13	.02584	.17807	14	-.06625	.17815
15	-.10063	.17864	16	.06499	.17977
17	-.14079	.18024	18	.04179	.18243
19	.05331	.18262	20	-.12025	.18293
21	.07292	.18450	22	.05997	.18508
23	-.05811	.18547	24	.08457	.18583
25	-.06107	.18660			

Pasto -4 anos: AUTOCORRELAÇÃO para pH do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.30299	.14142	2	-.01871	.14142
3	-.38286	.14142	4	-.00929	.14142
5	-.02521	.14142	6	-.11579	.14142
7	-.25768	.14142	8	-.18446	.14142
9	.05710	.14142	10	-.00243	.14142
11	-.00296	.14142	12	.05168	.14142
13	-.02045	.14142	14	-.17849	.14142
15	-.17127	.14142	16	-.12674	.14142
17	-.15138	.14142	18	-.08942	.14142
19	-.07615	.14142	20	-.04914	.14142
21	-.06214	.14142	22	.04411	.14142
23	-.02417	.14142	24	.00681	.14142

Pasto - 4 anos: AUTOCORRELAÇÃO para P do solo na prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.00266	.14142	2	.04813	.14142
3	.03807	.14142	4	-.01029	.14142
5	.08333	.14142	6	.04265	.14142
7	.04078	.14142	8	.03630	.14142
9	.03544	.14142	10	-.05607	.14142
11	-.05169	.14142	12	-.05648	.14142
13	.04937	.14142	14	.00092	.14142
15	.00407	.14142	16	.00834	.14142
17	.01129	.14142	18	-.05299	.14142
19	-.00916	.14142	20	-.00225	.14142
21	-.00661	.14142	22	-.01227	.14142
23	-.04977	.14142	24	.00359	.14142

Pasto -4 anos: AUTOCORRELAÇÃO para Mg do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.44826	.14142	2	-.03897	.14142
3	-.32384	.14142	4	.17924	.14142
5	-.22141	.14142	6	-.03600	.14142
7	-.16792	.14142	8	.00310	.14142
9	.00763	.14142	10	.13499	.14142
11	.22136	.14142	12	.18638	.14142
13	-.12922	.14142	14	-.33627	.14142
15	-.03366	.14142	16	.00977	.14142
17	-.16589	.14142	18	-.01690	.14142
19	.06079	.14142	20	-.09630	.14142
21	-.15417	.14142	22	.15349	.14142
23	-.12598	.14142	24	.01212	.14142

Pasto - 4 anos:AUTOCORRELAÇÃO para Ca na profundidade de 0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.28552	.14142	2	.13319	.14142
3	-.28059	.14142	4	-.06061	.14142
5	.04812	.14142	6	.20977	.14142
7	-.13689	.14142	8	-.17918	.14142
9	.06658	.14142	10	.15265	.14142
11	-.01770	.14142	12	-.08674	.14142
13	-.03724	.14142	14	-.00378	.14142
15	-.07868	.14142	16	-.11994	.14142
17	-.09845	.14142	18	.09673	.14142
19	.02879	.14142	20	.03449	.14142
21	.11502	.14142	22	.08064	.14142
23	.03806	.14142	24	-.00773	.14142



Pasto - 4 anos: AUTOCORRELAÇÃO para K do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.14458	.14142	2	.16349	.14142
3	-.26134	.14142	4	-.24137	.14142
5	-.16039	.14142	6	-.07745	.14142
7	-.24580	.14142	8	-.39094	.14142
9	-.08441	.14142	10	-.01649	.14142
11	.11532	.14142	12	-.10028	.14142
13	.01954	.14142	14	-.27740	.14142
15	.11460	.14142	16	-.17324	.14142
17	.07439	.14142	18	.11328	.14142
19	-.07902	.14142	20	.01113	.14142
21	.22730	.14142	22	-.10055	.14142
23	.06012	.14142	24	.00321	.14142

Pasto - 4 anos: AUTOCORRELAÇÃO para Al do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.51946	.14142	2	-.15221	.14142
3	-.24430	.14142	4	-.00746	.14142
5	-.14194	.14142	6	-.10311	.14142
7	-.25161	.14142	8	.00681	.14142
9	.18884	.14142	10	.09189	.14142
11	.10993	.14142	12	.10913	.14142
13	-.15188	.14142	14	-.17080	.14142
15	-.21593	.14142	16	.11196	.14142
17	-.20119	.14142	18	.01676	.14142
19	.24843	.14142	20	-.18613	.14142
21	-.01101	.14142	22	.03287	.14142
23	-.06115	.14142	24	.14270	.14142

Pasto -6 anos: AUTOCORRELAÇÃO para pH do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.49752	.14142	2	.00731	.14142
3	-.24809	.14142	4	.09135	.14142
5	-.01931	.14142	6	-.05312	.14142
7	.09584	.14142	8	.05753	.14142
9	.13314	.14142	10	-.02008	.14142
11	-.04181	.14142	12	-.13762	.14142
13	.04490	.14142	14	-.05830	.14142
15	.13798	.14142	16	-.02752	.14142
17	-.02065	.14142	18	-.00884	.14142
19	-.21200	.14142	20	-.15349	.14142
21	.14081	.14142	22	.05391	.14142
23	-.15612	.14142	24	-.03833	.14142

Pasto -6 anos: AUTOCORRELAÇÃO para P do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.23412	.14142	2	-.04181	.14142
3	.05255	.14142	4	-.10359	.14142
5	-.06581	.14142	6	.07487	.14142
7	-.08294	.14142	8	-.14812	.14142
9	.13469	.14142	10	-.04666	.14142
11	-.05032	.14142	12	.07573	.14142
13	-.02007	.14142	14	-.14781	.14142
15	.03143	.14142	16	-.00245	.14142
17	.03826	.14142	18	-.08191	.14142
19	.10817	.14142	20	-.06486	.14142
21	.04615	.14142	22	-.02972	.14142
23	-.01167	.14142	24	.02584	.14142

Pasto -6 anos: AUTOCORRELAÇÃO para Ca do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.21702	.14142	2	.08982	.14142
3	.05233	.14142	4	-.00504	.14142
5	.01695	.14142	6	.07962	.14142
7	.12796	.14142	8	.05471	.14142
9	.25799	.14142	10	.18697	.14142
11	-.16545	.14142	12	-.07414	.14142
13	-.04595	.14142	14	-.09536	.14142
15	-.04710	.14142	16	.01887	.14142
17	-.11462	.14142	18	.00128	.14142
19	-.23652	.14142	20	-.26488	.14142
21	.14497	.14142	22	.14548	.14142
23	.00851	.14142	24	-.10111	.14142

Pasto - 6 anos: AUTOCORRELAÇÃO para Mg do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.23840	.14142	2	.13074	.14142
3	-.10511	.14142	4	.00067	.14142
5	-.00625	.14142	6	.00794	.14142
7	.04794	.14142	8	.05949	.14142
9	.16627	.14142	10	.02962	.14142
11	-.05060	.14142	12	.05678	.14142
13	-.08093	.14142	14	-.09373	.14142
15	.16990	.14142	16	.07407	.14142
17	.08163	.14142	18	-.14483	.14142
19	.04076	.14142	20	-.29878	.14142
21	.00187	.14142	22	.03369	.14142
23	.02499	.14142	24	-.09012	.14142

Pasto - 6 anos: AUTOCORRELAÇÃO para K do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.33795	.14142	2	.15937	.14142
3	-.02952	.14142	4	-.12246	.14142
5	.09608	.14142	6	-.00121	.14142
7	-.20142	.14142	8	-.14857	.14142
9	.04425	.14142	10	.17502	.14142
11	-.14458	.14142	12	.03456	.14142
13	-.09165	.14142	14	-.11229	.14142
15	-.06196	.14142	16	.12679	.14142
17	-.09086	.14142	18	-.05974	.14142
19	-.01267	.14142	20	.08614	.14142
21	-.01566	.14142	22	-.13029	.14142
23	-.06072	.14142	24	-.06688	.14142

Pasto - 6 anos: AUTOCORRELAÇÃO para A1 do solo na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.56360	.14142	2	.00219	.14142
3	-.10712	.14142	4	.01185	.14142
5	-.05888	.14142	6	.17606	.14142
7	.12016	.14142	8	.11454	.14142
9	.12644	.14142	10	-.01869	.14142
11	-.15728	.14142	12	-.17212	.14142
13	.08881	.14142	14	.08228	.14142
15	.02954	.14142	16	.00753	.14142
17	-.04436	.14142	18	-.07832	.14142
19	-.21810	.14142	20	-.10827	.14142
21	.10875	.14142	22	.02253	.14142
23	-.04853	.14142	24	-.12577	.14142

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para pH na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	.43694	.14142	2	.13584	.16624
3	-.15937	.16845	4	-.16681	.17144
5	-.24277	.17465	6	-.20874	.18128
7	-.07022	.18602	8	-.04095	.18655
9	.10746	.18673	10	-.00183	.18796
11	.11902	.18796	12	.05822	.18947
13	.11730	.18982	14	.00801	.19127
15	.06823	.19127	16	.12606	.19176
17	.00575	.19341	18	-.17596	.19341
19	-.32283	.19659	20	-.17166	.20692
21	-.02876	.20975	22	.12867	.20983
23	.20104	.21140	24	.20212	.21519
25	.11163	.21895			

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para Fósforo(P) na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std. Error	Lag	Estimate	Std. Error
1	-.06273	.14142	2	.26091	.14198
3	-.17909	.15126	4	.02636	.15545
5	-.18636	.15553	6	-.00364	.15994
7	-.13455	.15994	8	-.01545	.16219
9	.00818	.16222	10	-.16818	.16223
11	.00091	.16568	12	-.15273	.16568
13	.03909	.16847	14	-.03273	.16865
15	.20000	.16878	16	.02364	.17345
17	.04273	.17352	18	-.15182	.17373
19	.05818	.17636	20	-.06364	.17674
21	.08727	.17720	22	-.18000	.17806
23	.11182	.18166	24	.04909	.18303
25	.02273	.18330			

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para CÁLCIO(Ca)na Prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.35848	.14142	2	.02299	.15856
3	-.03998	.15862	4	-.19609	.15882
5	-.24500	.16360	6	-.18495	.17078
7	-.05725	.17474	8	.04484	.17511
9	.12045	.17534	10	-.03786	.17699
11	-.00231	.17715	12	-.07003	.17715
13	.13971	.17770	14	.06188	.17989
15	-.00569	.18031	16	.05671	.18031
17	-.04875	.18067	18	-.15312	.18093
19	-.24600	.18351	20	-.14062	.18999
21	.02962	.19206	22	.24210	.19215
23	.13509	.19816	24	.14359	.19999
25	.21581	.20204			

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para Magnésio(Mg) na prof.0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.48999	.14142	2	.18546	.17206
3	.06564	.17601	4	-.01383	.17650
5	-.13448	.17652	6	-.10020	.17856
7	-.06477	.17968	8	-.04168	.18015
9	.05234	.18034	10	-.00808	.18064
11	-.00066	.18065	12	-.00635	.18065
13	.13493	.18065	14	.00676	.18266
15	-.00167	.18266	16	.05913	.18266
17	-.02768	.18305	18	-.12500	.18313
19	-.17482	.18483	20	-.11250	.18811
21	-.02182	.18945	22	.15201	.18950
23	.12818	.19192	24	.16656	.19363
25	.21143	.19647			

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para Potássio(K) na Prof0-10cm

Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.06023	.14142	2	.13776	.14193
3	-.03041	.14458	4	.11241	.14471
5	.01992	.14645	6	.15225	.14650
7	.18109	.14963	8	.02008	.15395
9	.06640	.15401	10	.09101	.15458
11	.29890	.15564	12	-.02913	.16673
13	.00870	.16683	14	.00173	.16684
15	.09947	.16684	16	-.01966	.16802
17	.13626	.16807	18	.03592	.17026
19	-.14284	.17042	20	-.05798	.17279
21	-.07199	.17318	22	.03703	.17378
23	-.09608	.17394	24	-.08036	.17500
25	-.01430	.17573			

PASTO-10 ANOS:AUTOCORRELAÇÃO para Alumínio(Al) na Prof.0-10cm

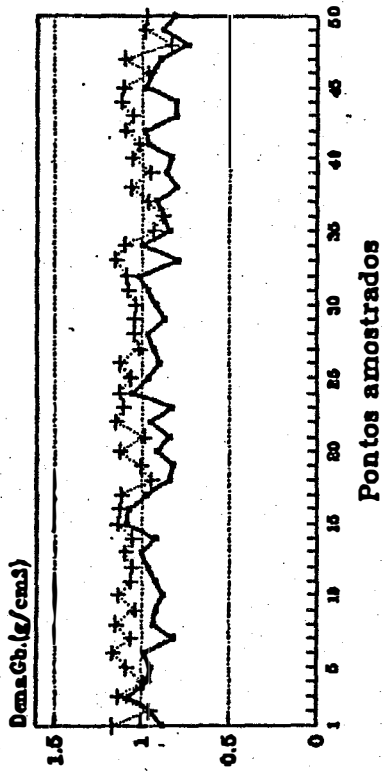
Lag	Estimate	Std.Error	Lag	Estimate	Std.Error
1	.41271	.14142	2	.12195	.16375
3	-.08019	.16555	4	-.18070	.16633
5	-.12135	.17021	6	-.03555	.17193
7	.02427	.17208	8	-.00710	.17215
9	.07522	.17215	10	.04617	.17281
11	-.03230	.17306	12	-.04023	.17318
13	.05323	.17336	14	.08613	.17369
15	.08585	.17454	16	.16005	.17538
17	.06534	.17828	18	-.21128	.17876
19	-.18603	.18369	20	-.12807	.18742
21	-.13067	.18916	22	.06302	.19095
23	.09012	.19137	24	.08265	.19222
25	.10789	.19293			

APÊNDICE 2.

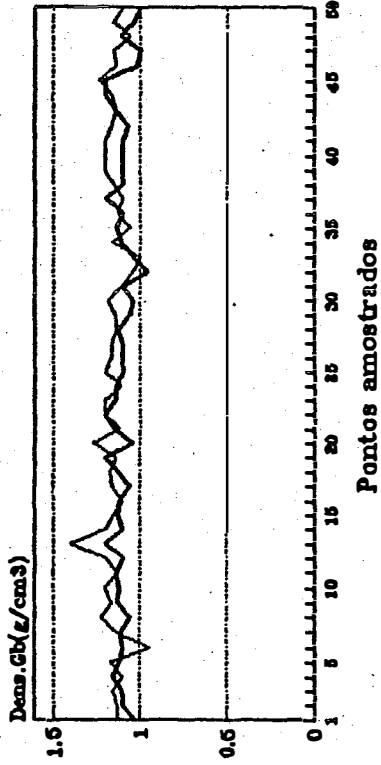


# Densidade global do solo

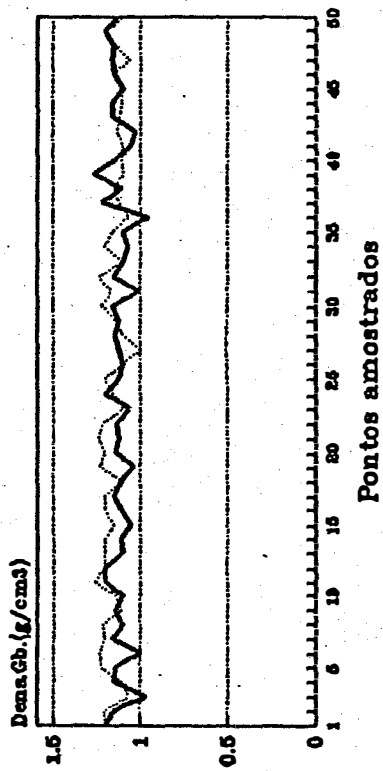
## Floresta



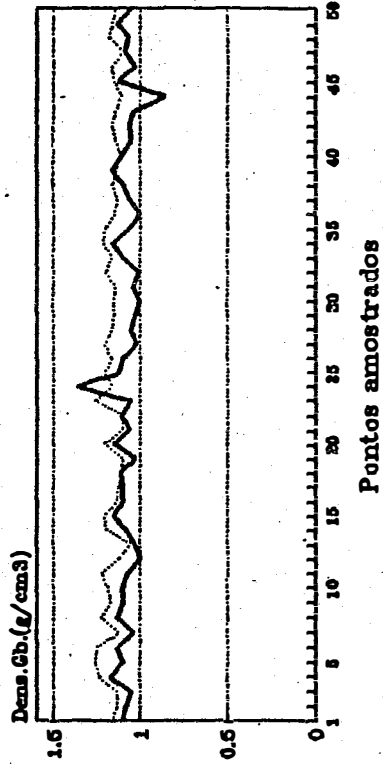
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos

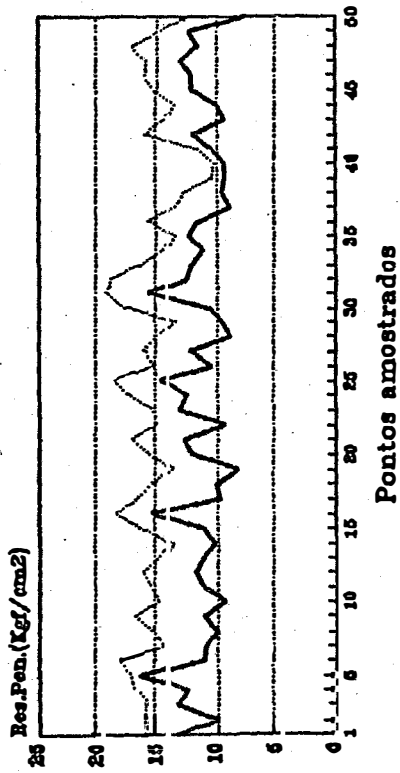


## Pasto - 10 anos

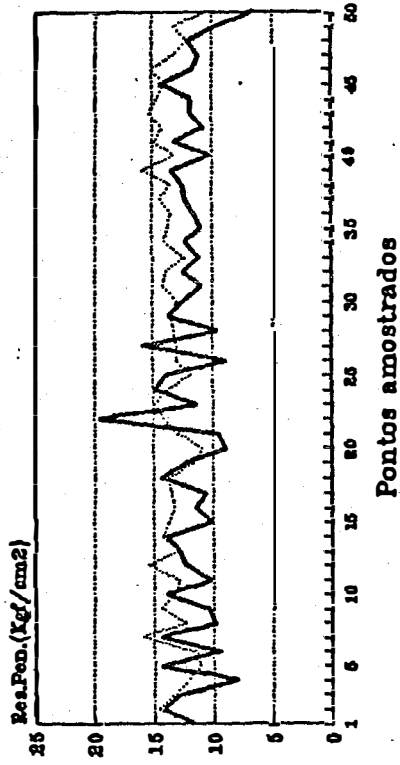


# Resistência do solo a penetração

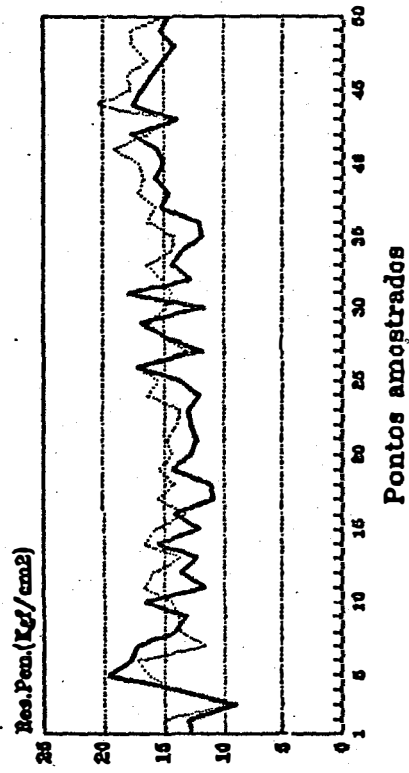
## Floresta



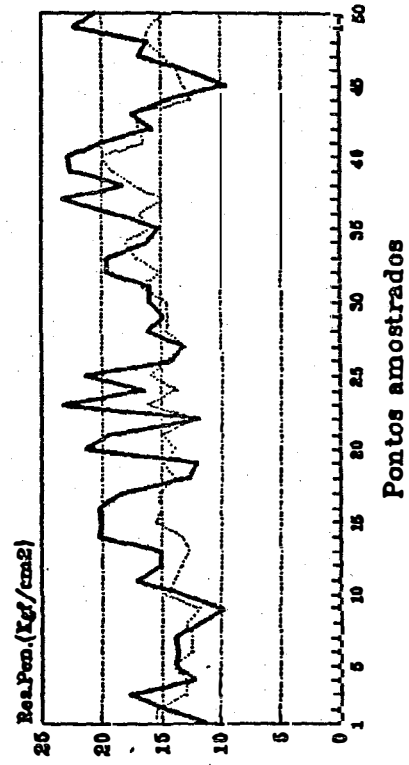
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos

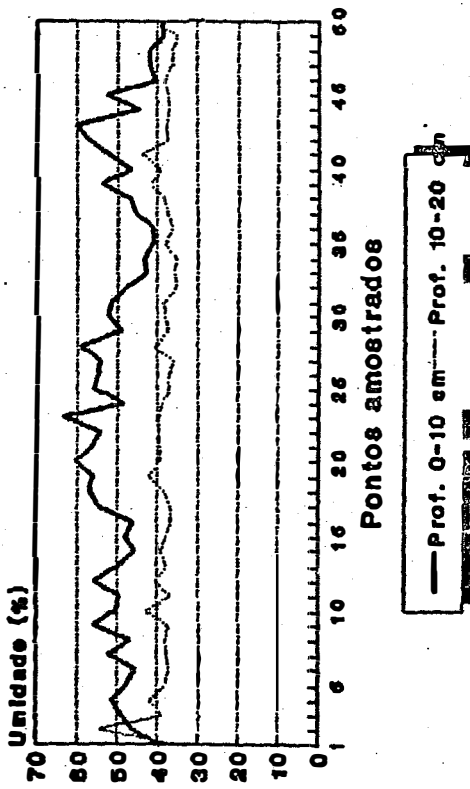


## Pasto - 10 anos

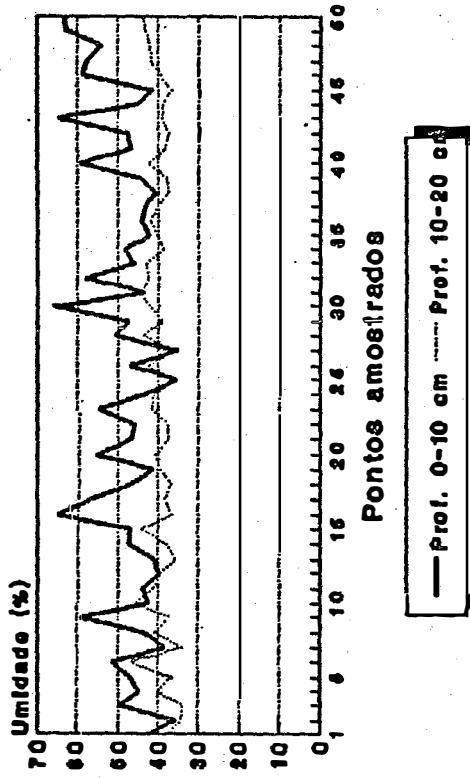


# Umidade do solo

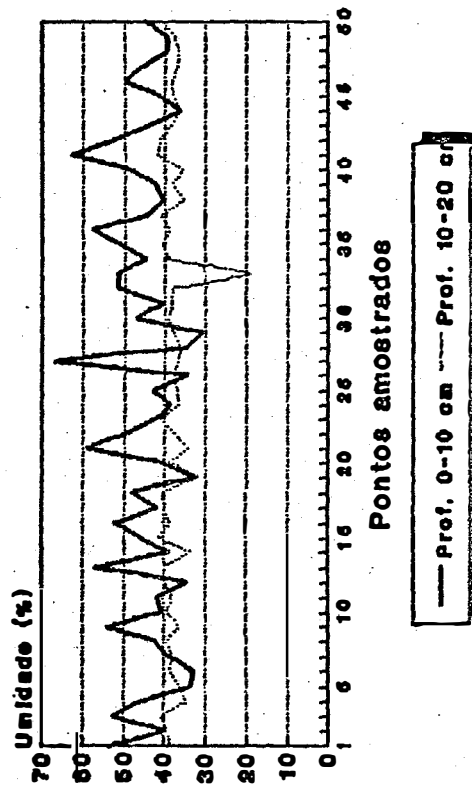
## Floresta



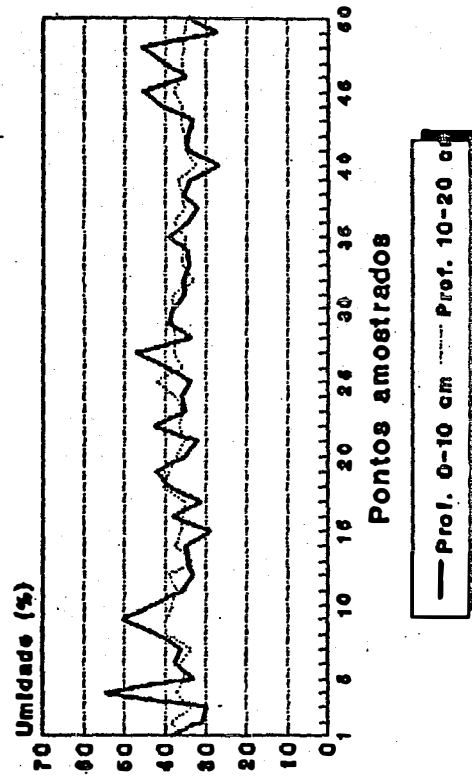
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos

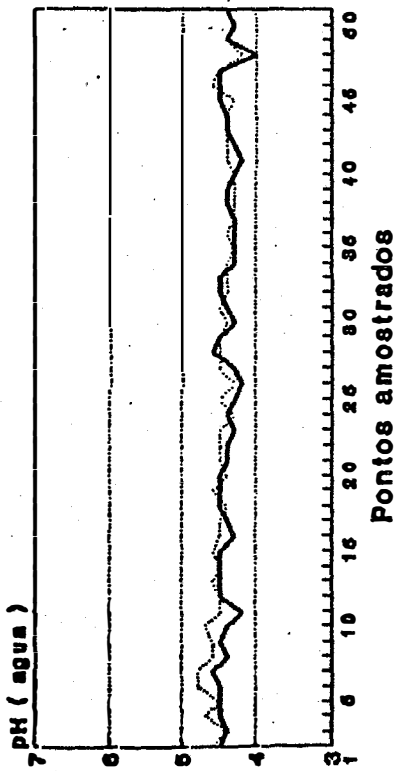


## Pasto - 10 anos



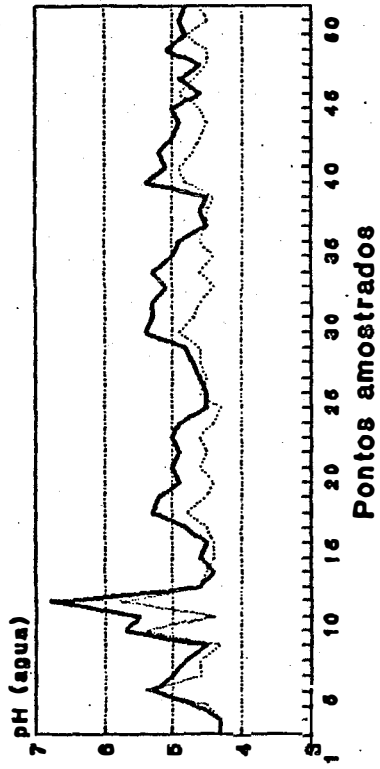
# pH(água) do solo

## Floresta



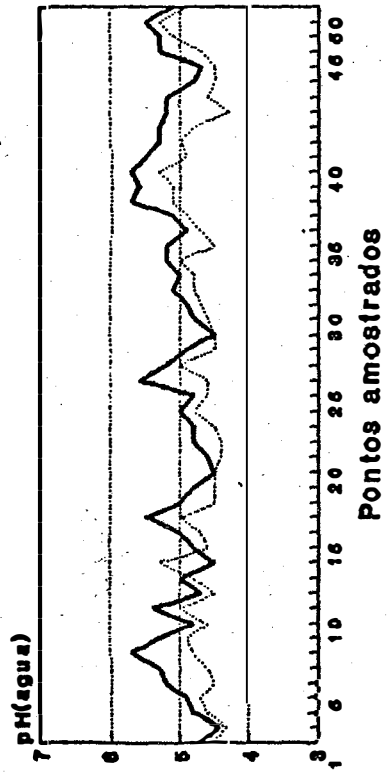
— Prof. 0-10cm ..... Prof. 10-20cm

## Pasto - 4 anos



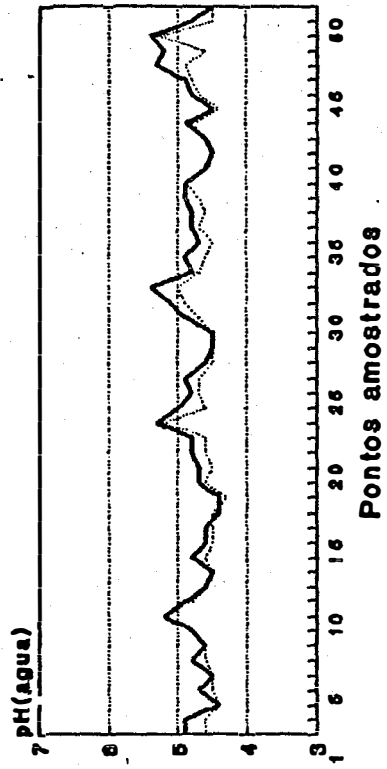
— Prof. 0-10cm ..... Prof. 10-20cm

## Pasto - 6 anos



— Prof. 0-10cm ..... Prof. 10-20cm

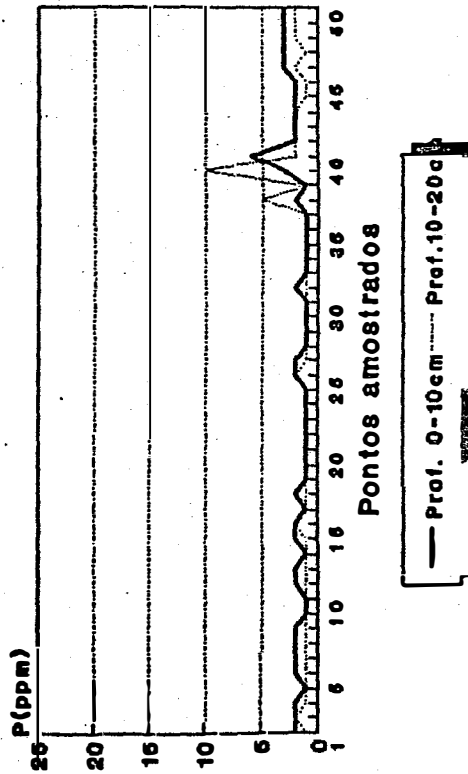
## Pasto - 10 anos



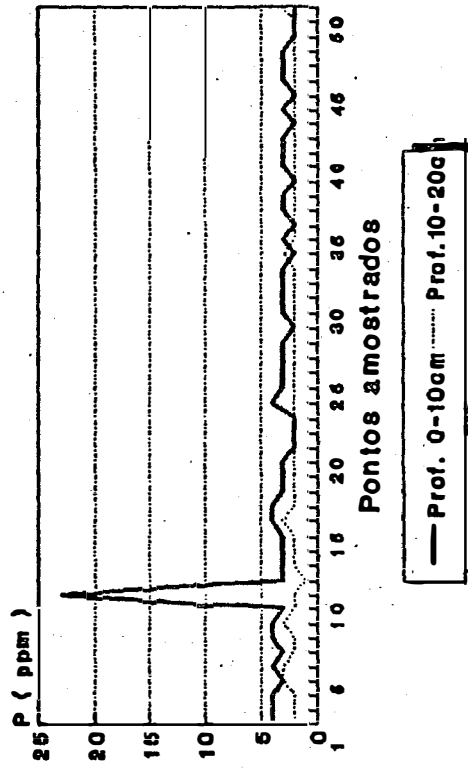
— Prof. 0-10cm ..... Prof. 10-20cm

# Fósforo do solo

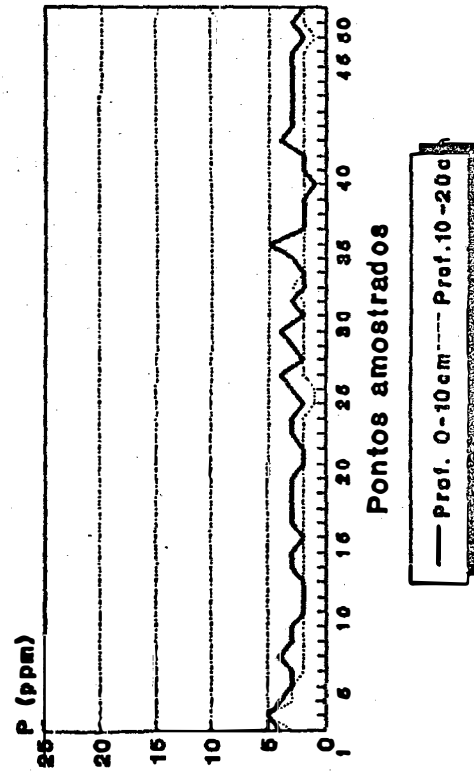
## Floresta



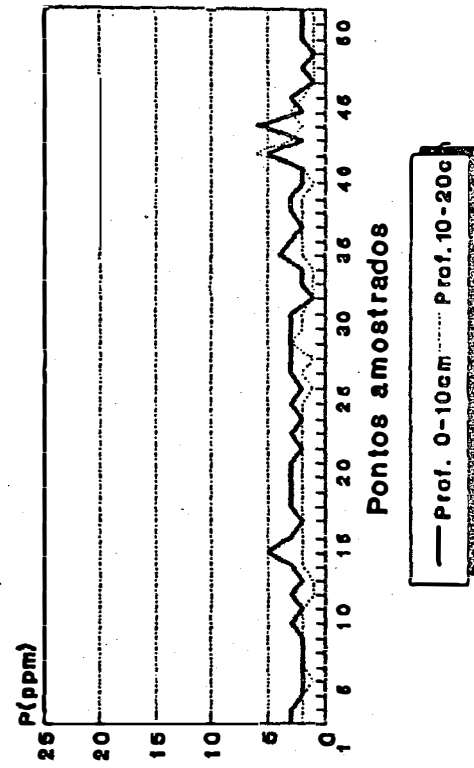
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos

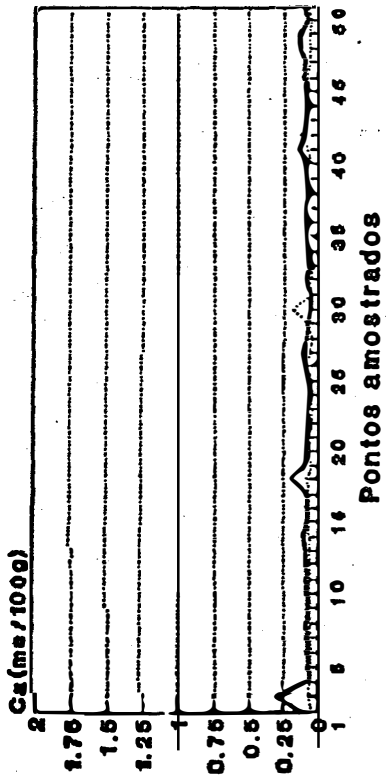


## Pasto - 10 anos

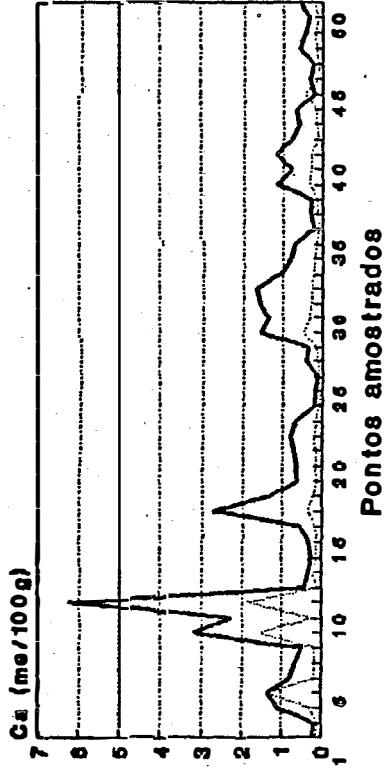


# Cálcio do solo

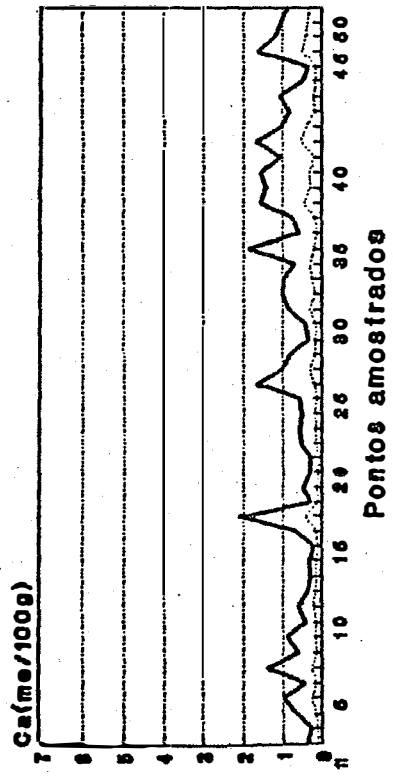
## Floresta



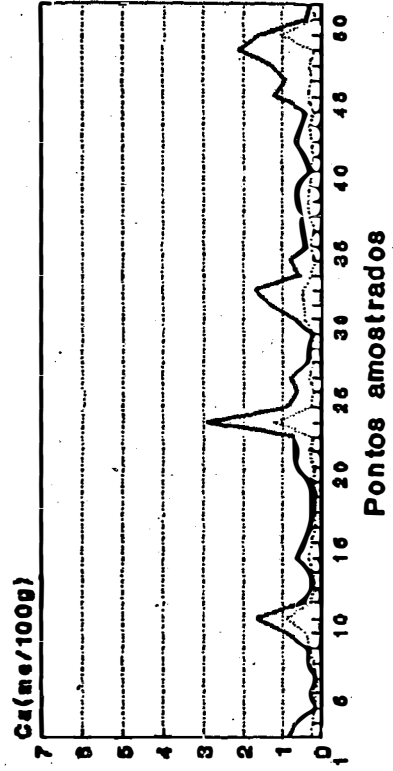
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos

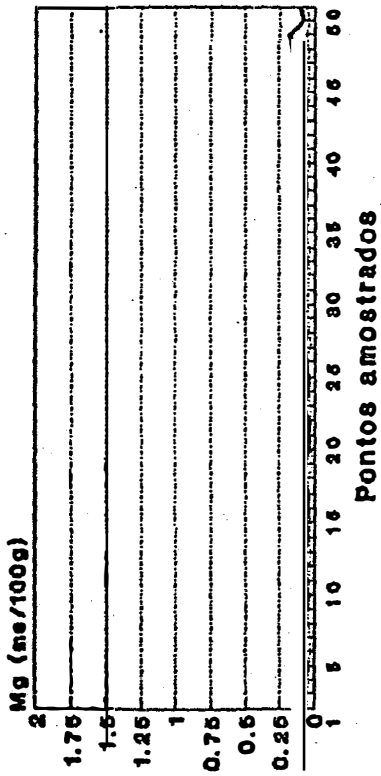


## Pasto - 10 anos

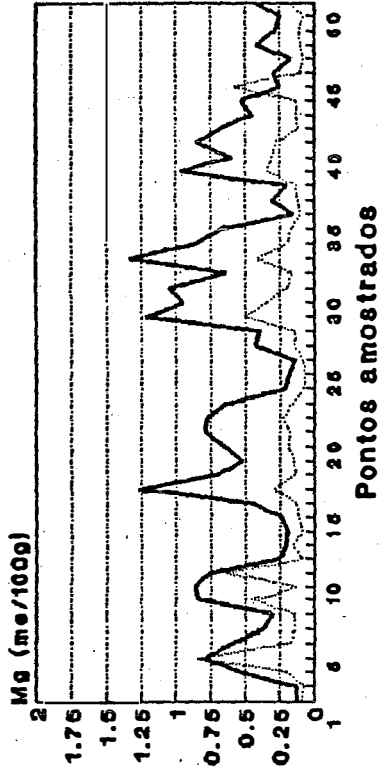


# Magnésio do solo

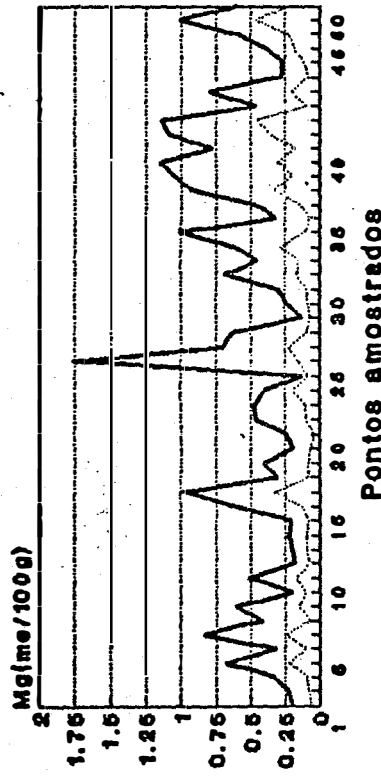
## Floresta



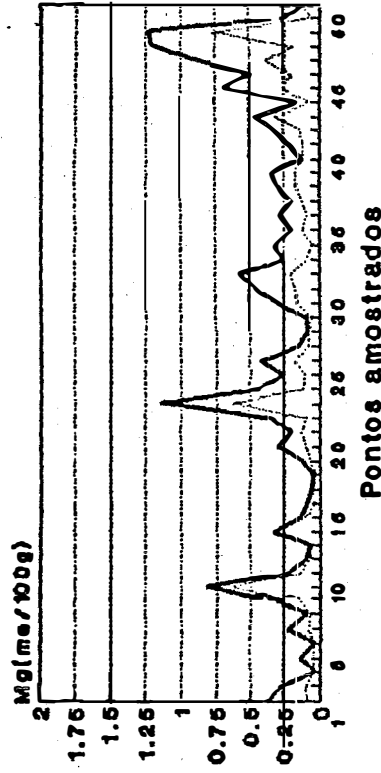
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos

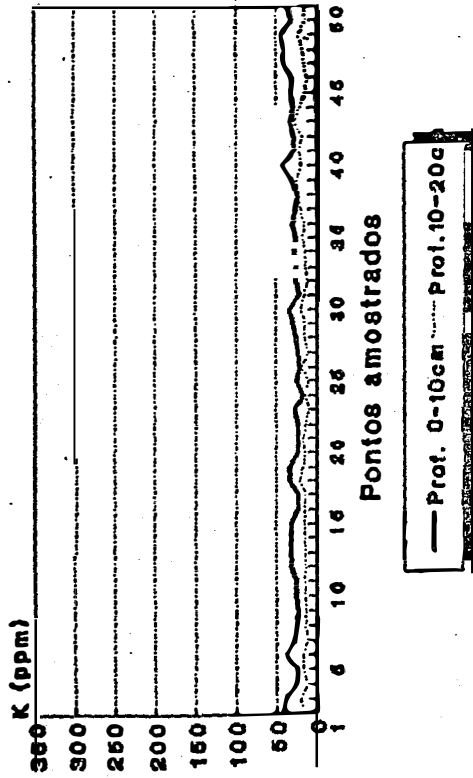


## Pasto - 10 anos

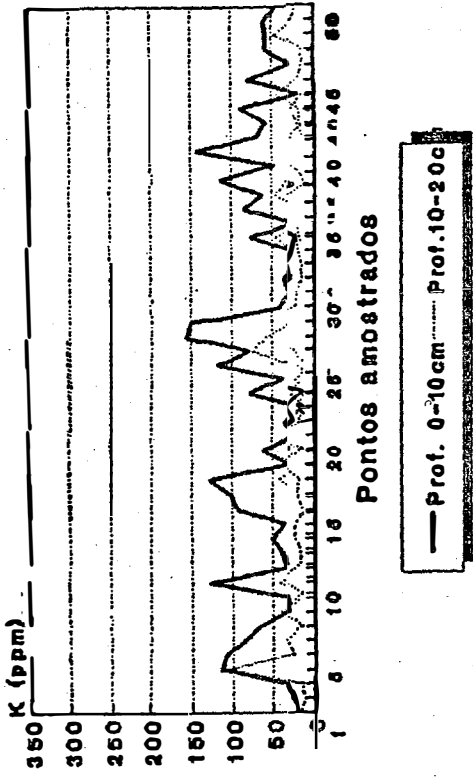


# Potássio do solo

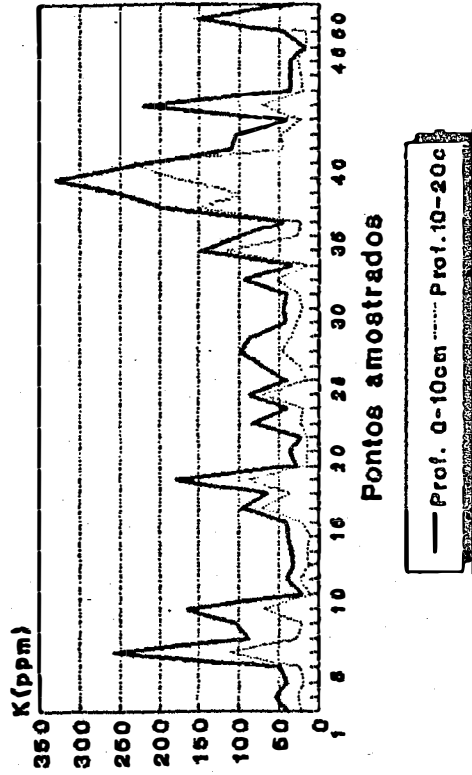
## Floresta



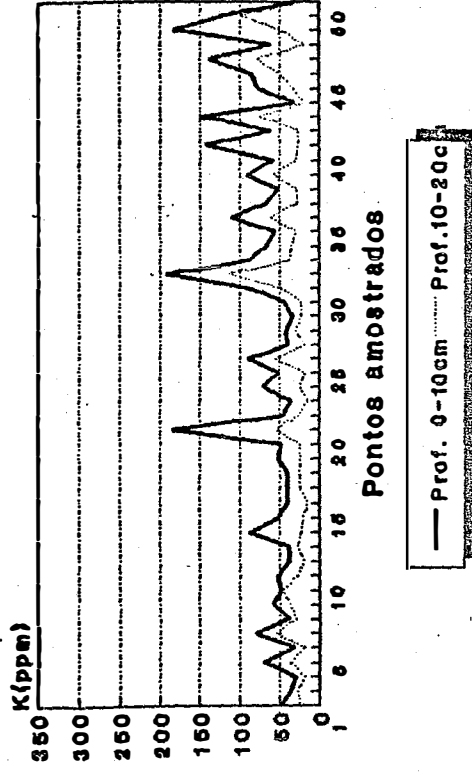
## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos



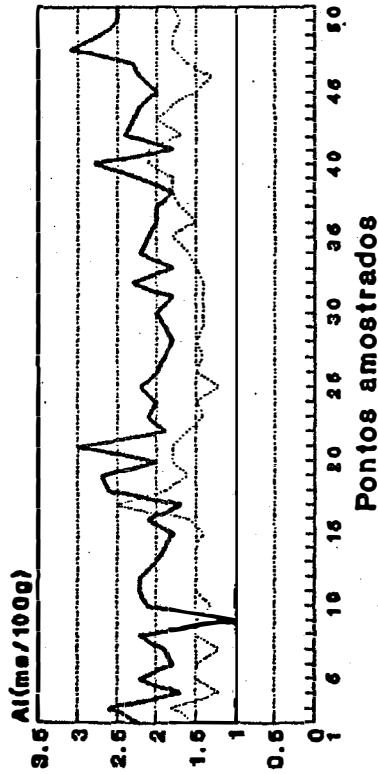
## Pasto - 10 anos



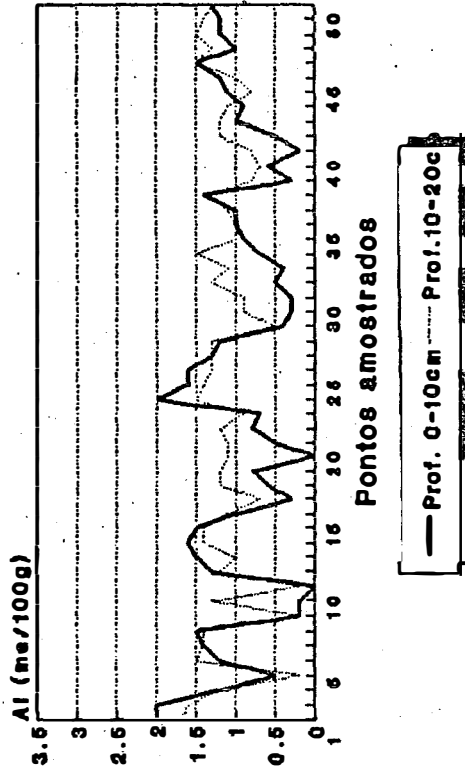


# Alumínio do solo

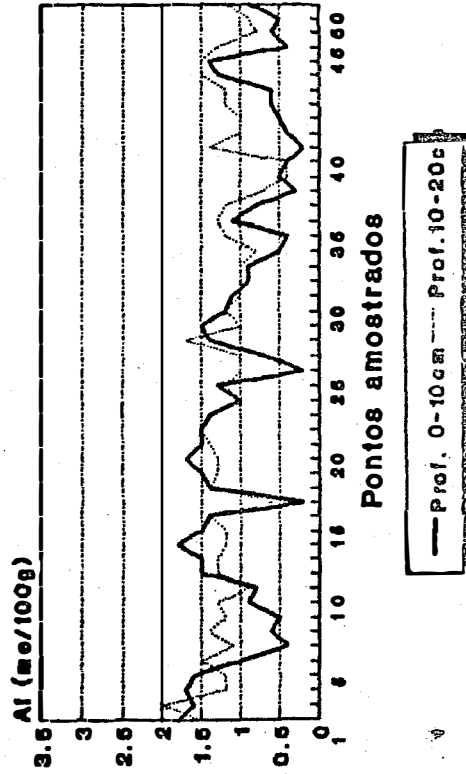
## Floresta



## Pasto - 4 anos



## Pasto - 6 anos



## Pasto - 10 anos

