

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da tese de doutorado defendida por Regina Márcia Longo e aprovada pela Comissão Julgadora em 26 de Janeiro de 1999. Campinas, 02 de Junho de 1999.

x 
Presidente da Banca

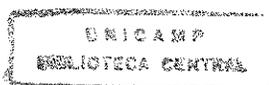
**MODIFICAÇÕES EM PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE
LATOSSOLOS ARGÍLOSOS DECORRENTES DA SUBSTITUIÇÃO DA
FLORESTA AMAZÔNICA E DO CERRADO POR PASTAGENS**

Autora: REGINA MÁRCIA LONGO

**Orientador:
Prof. Dr. Carlos Roberto Espíndola**

**Tese apresentada à FEAGRI/UNICAMP em cumprimento parcial aos requisitos
necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola – Área de
Concentração: Água e Solo**

**Campinas - SP
Janeiro - 1999**



L864m
V. Ex.
TOMBO EC: 39515
PROC. 229/99
C D
PREÇO: R\$ 11,00
DATA: 24-11-99
1.º CPD

CM-00137140-1

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

L864m Longo, Regina Márcia
Modificações em parâmetros físicos e químicos de
latossolos argilosos decorrentes da substituição da Floresta
Amazônica e do cerrado por pastagens. / Regina Márcia
Longo.--Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: Carlos Roberto Espíndola.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Florestas – Conservação. 2. Cerrados. 3. Solos
florestais. 4. Solos – Degradação. I. Espíndola, Carlos
Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE QUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMO.....	XII
SUMMARY	XIV
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO E HIPÓTESE BÁSICA.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. CARACTERIZAÇÃO DE ALGUNS ECOSISTEMAS BRASILEIROS.....	4
3.1.1. <i>Floresta Amazônica</i>	5
3.1.2. <i>Cerrado</i>	7
3.2. DEGRADAÇÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS.....	9
3.3. OS SOLOS DAS REGIÕES TROPICAIS	11
3.3.1. <i>Caracterização</i>	11
3.3.2. <i>Ciclagem de nutrientes</i>	13
3.3.3. <i>Matéria orgânica em solos tropicais</i>	14
3.3.3.1. <i>Processos de decomposição e síntese</i>	14
3.3.3.2. <i>Dinâmica da matéria orgânica no solo</i>	18
3.3.4. <i>Carbono orgânico e relação C/N</i>	20
3.3.5. <i>O nitrogênio no solo</i>	22
3.3.6. <i>Natureza dos agregados</i>	23
3.3.7. <i>Influência da textura</i>	25
3.4. INTERAÇÕES MATÉRIAS HÚMICAS E MINERAIS.....	26
4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	28
4.1. PADRÕES DE VEGETAÇÃO NATURAL E DE USO AGRÍCOLA	30
4.1.1. <i>Região da Amazônia (Porto Velho/RO)</i>	30
4.1.2. <i>Região do Cerrado (Goiania/GO)</i>	32
4.2. DADOS CLIMÁTICOS.....	33
4.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	34
4.3.1. <i>Região Amazônica (Porto Velho/RO)</i>	34
4.3.2. <i>Região do Cerrado (Goiania/GO)</i>	34
4.4. SOLOS.....	35
4.4.1. <i>Região Amazônica (Porto Velho/RO)</i>	35
4.4.2. <i>Região do Cerrado (Goiania/GO)</i>	36
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS	38
5.1. AMOSTRAGEM ADOTADA PARA A COLETA DOS SOLOS	39
5.2. ANÁLISE DOS DADOS	40
5.3. ANÁLISES DE LABORATÓRIO.....	40
5.3.1. <i>Análise granulométrica</i>	40
5.3.2. <i>Agregados</i>	41
5.3.3. <i>Fertilidade</i>	41
5.3.4. <i>Nitrogênio Total</i>	42

5.3.5. <i>Carbono Orgânico</i>	42
5.3.6. <i>Relação C/N</i>	43
5.3.7. <i>Fracionamento químico da matéria orgânica</i>	43
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1. DESCRIÇÕES MORFOLÓGICAS	45
6.1.1. <i>Região Amazônica (Porto Velho/RO)</i>	45
6.1.2. <i>Região do Cerrado (Goiânia/GO)</i>	46
6.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	49
6.2.1. <i>Valores médios</i>	50
6.2.2. <i>Estatística descritiva</i>	52
6.3. AGREGADOS	54
6.3.1. <i>Valores médios</i>	56
6.3.2. <i>Estatística descritiva</i>	58
6.4. FERTILIDADE	61
6.4.1. <i>Valores médios</i>	62
6.4.2. <i>Estatística descritiva</i>	69
6.5. C-ORGÂNICO, N-TOTAL E RELAÇÃO C/N	70
6.5.1. <i>Valores médios</i>	72
6.5.2. <i>Estatística descritiva</i>	76
6.6. FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA	77
6.6.1. <i>Valores médios</i>	79
6.6.2. <i>Estatística descritiva</i>	82
6.7. INTERAÇÕES DAS FRAÇÕES ORGÂNICAS E INORGÂNICAS	85
7. CONCLUSÕES	90
8. LITERATURA CITADA	91
9. APÊNDICE	101

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - Produção de matéria seca pelos diferentes tipos de vegetação	6
QUADRO 2 - Participação estimada da região Norte na produção agrícola brasileira	7
QUADRO 3 - Área e produção das principais culturas do cerrado	8
QUADRO 4 - Potencial cultivável das terras nos países menos desenvolvidos (em milhões de ha).....	9
QUADRO 5 - Dados climáticos da região de Porto Velho/RO - média dos últimos cinco anos.....	33
QUADRO 6 - Dados climáticos da região de Goiânia/GO - média dos últimos cinco anos.....	33
QUADRO 7 - Análise granulométrica em amostras de solo do Cerrado e da Amazônia.....	49
QUADRO 8 - Fracionamento da areia em amostras de solo do Cerrado e da Amazônia.....	50
QUADRO 9 - Valores estatísticos para as frações granulométricas.....	53
QUADRO 10 - Análise de estabilidade de agregados em amostras de solo da região do Cerrado e da Amazônica.....	55
QUADRO 11 - Distribuição de agregados em amostras de solo do Cerrado e da Amazônia.....	55
QUADRO 12 - Valores estatísticos para as frações granulométricas.....	58
QUADRO 13 - pH, %MO, v%, S e T em amostras de solo do Cerrado e da Amazônia.....	60
QUADRO 14 - Fertilidade em amostras de solo do Cerrado e da Amazônia.....	61
QUADRO 15 - Valores estatísticos para o complexo trocável.....	69
QUADRO 16 - N-Total, C-Orgânico e relação C/N em solos do Cerrado e da Amazônia.....	71
QUADRO 17 - Valores estatísticos para os teores de C-orgânico, N-total e relação C/N.....	76

QUADRO 18 -Ácido húmico, ácido fúlvico e humina em amostras de solo do Cerrado e da Amazônia.....	78
QUADRO 19 -Valores estatísticos para os teores ácido húmico, ácido fúlvico e humina.....	83
QUADRO 20 - Correlações entre substâncias orgânicas e inorgânicas.....	85
QUADRO 21 - Descrição dos pontos de amostragem na Floresta Amazônica.....	101
QUADRO 22 - Descrição dos pontos de amostragem no Cerrado.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - Ocupação territorial dos principais ecossistemas brasileiros.....	4
FIGURA 2 - Destinos dos materiais orgânicos depositados no solo	15
FIGURA 3 - Localização das áreas de amostragens.....	28
FIGURA 4 - Seqüência pasto/floresta na região de Porto Velho/RO.....	29
FIGURA 5 - Seqüência pasto/cerrado na região de Senador Canedo/GO.....	30
FIGURA 6 - Floresta tropical úmida típica da região de Porto Velho/RO.....	31
FIGURA 7 - Vegetação de Cerrado na região de Goiânia/GO.....	32
FIGURA 8 - Esquema de amostragem utilizado para a coleta de dados.....	38
FIGURA 9 - Trincheiras abertas em cada ponto de amostragem.....	39
FIGURA 10 – Areia total (retas) e as diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....	51
FIGURA 11 – Silte total (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....	52
FIGURA 12 – Argila (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....	52
FIGURA 13 – Diâmetro médio dos agregados (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....	56
FIGURA 14 - Umidade (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....	57
FIGURA 15 - pH (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....	63

- FIGURA 16 – Saturação por bases (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....64
- FIGURA 17 – Soma de bases (S) – retas- e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....64
- FIGURA 18 – Capacidade de Troca Catiônica (T ou CTC) - retas e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....65
- FIGURA 19 - Fósforo (P) – retas - e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....66
- FIGURA 20 - Potássio (K) - retas e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....66
- FIGURA 21 - Magnésio (Mg) - retas e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....67
- FIGURA 22 - Cálcio (Ca) – retas - e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de repetições).....68
- FIGURA 23 - H + AL – retas e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....68
- FIGURA 24 - N- Total (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....73
- FIGURA 25 - C-orgânico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....74
- FIGURA 26 - Relação C/N (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....75

- FIGURA 27 - Ácido húmico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....80
- FIGURA 28 - Ácido fúlvico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....80
- FIGURA 29 - Humina (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).....82

A Nair Finato Longo
 Um exemplo de ser humano
 De mulher
 De dedicação
 De amor
 De superação.....
 Enfim, a melhor MÃE que alguém pode ter nessa vida

Ao Caetano Longo ("in memorium")
 Que infelizmente não pode ver mais esta conquista, mas que ainda hoje vejo sentado no portão de casa esperando eu chegar e gritando "Nair, a menina chegou...", muito obrigada meu PAI, porque aos seus olhos eu sempre serei uma "menina"

Ao meu irmão Mauro D'Jauma Longo
 Pelo grande ser humano que você é, pela grande lição de força e amor à vida que nos deu, e por ter me dado a chance de realizar o meu melhor "trabalho", ser sua doadora num transplante de medula óssea, Muito obrigada.

Aos meus queridos irmãos: Nena, Rita, Carlito e Luizinho e aos meus sobrinhos e cunhados, pelo carinho, estímulo e pela participação em todos momentos e por sempre contar com vocês como a minha melhor base de apoio.

Ao querido Admilson Irió Ribeiro, uma "flor que veio de Minas" para alegrar, incentivar, corrigir, compartilhar, meus dias.....

Ao Paulo Henrique de Aguiar (Sussa), porque você é meu melhor exemplo de amizade, carinho e entendimento, e porque, no fundo tenho a certeza que não somos amigos, mas na verdade somos irmãos.

DEDICO

A todos os "doutores" desta vida que possuem simplicidade, sinceridade e humildade pra seguir a
marcha e ir tocando em frente.....

"Ando devagar

porque já tive pressa

E levo esse sorriso

Porque já chorei demais

Hoje me sinto mais forte,

Mais feliz, quem sabe,

Eu só levo a certeza

De que muito pouco eu sei,

Nada sei

Conhecer as manhas

E as manhãs

O sabor das massas

E das maçãs

É preciso amor

Pra poder pulsar

É preciso paz pra poder seguir

É preciso chuva para florir...." (Renato Teixeira)

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Espíndola um grande orientador, um grande incentivador e mais do que isso tudo, uma grande pessoa. Muito obrigada por esses agradáveis anos de convívio, por sua orientação e por toda alegria e carinho que compartilhamos.

Ao Prof. Dr. Wanderley José de Melo pela presença constante nesses anos todos de trabalho, pelo incentivo e, principalmente, por ser um exemplo de competência, seriedade, dedicação e amor ao que faz.

A Prof.^a Dra. Maria Amélia Soares Leite do Nascimento, uma grata surpresa que tive ao conhecer os "cerrados de Goiás". Muito obrigada, porque, além de conhecer uma grande profissional pude de te incluir naquela lista de preciosidades desta vida (os amigos).

Ao Prof. Eliomar Pereira da Silva Filho, pela grande disposição em ajudar e pelo grande entusiasmo mostrado durante os trabalhos de campo em Porto Velho/RO.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro prestado, tanto para a execução deste projeto, como pela concessão da bolsa de estudos, auxílios sem os quais, esse trabalho não se realizaria.

À Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, pelas condições oferecidas para o desenvolvimento e conclusão deste curso e pelo grande carinho que encontrei por parte de todos os docentes e funcionários, os quais considero como parte de uma grande família.

Ao Dr. Sidney e a Dra. Lezir pelas preciosas sugestões apresentadas durante a defesa desta tese e também pela grande simpatia

Ao Prof. Gení Sparovek, pela importante ajuda prestada durante a fase inicial deste trabalho.

Ao Prof. Ednaldo C. Guimarães, pela grande ajuda com as análises estatísticas e por mostrar-se sempre disponível e pronto a ajudar (grande exemplo, Ednaldo!!)

À EMBRAPA/Porto Velho e a antiga EMGOPA/Senador Canedo, pelas condições físicas oferecidas para execução dos trabalhos de campo

À sempre querida Aninha, nossa grande e eficiente secretária da pós-graduação e, mais do que isso, uma excelente amiga e uma companheira de tantas cervejas

A todos os funcionários da FEAGRI/UNICAMP em especial as secretárias Suzely e Marta, pela boa vontade, pela atenção e pela ajuda sempre constante

À Célia, técnica do Laboratório de Solos da FEAGRI/UNICAMP e ao Cheli e Sueli, técnicos no Laboratório de Bioquímica da UNESP/Jaboticabal, pela grande ajuda prestada com as análises de solo, pela atenção e pelo carinho.

E AOS AMIGOS.....

À Jacqueline, à Keli e à Raquel pela grande amizade e pela boa companhia pelas casas onde morei e que agora, moram dentro do meu coração

Aos amigos da Cooperativa Brasil:

Luis Fernando, Adriana, Rogério, Junqueira, Paulão e Nilsão, pelas tantas alegrias e por momentos que, com certeza, tornaram-se inesquecíveis.

Aos dinossauros sucessores da pós-graduação: Lady, Yamilha, Lagras, Mariella, aos aspirantes a dino: Rogério, Neri, Carlão, Volpato (Margareti), Geovani, Cal, Laurent, Rafael, Jorge, Giseli (baby dino).....
e a todos os outros que já passaram ou que estão frequentando a sala de estudo da pós-graduação e que não estão citados aqui por mera falta de espaço, meu muito obrigada por todos esses anos tão felizes, com tantas festas, alegrias e outras coisas mais..... e por favor cuidem bem de nosso patrimônio!!!

Ao ensino público brasileiro, que me possibilitou chegar até aqui, mostrando que, apesar de tantas dificuldades, ainda forma doutores!!!!

A DEUS que nos dá a VIDA, meu muito obrigada, porque viver é maravilha!!!!!!

MODIFICAÇÕES EM PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE LATOSSOLOS ARGILOSOS DECORRENTES DA SUBSTITUIÇÃO DE FLORESTA E DE CERRADO POR PASTAGENS

Autora: REGINA MÁRCIA LONGO
Orientador: Prof. Carlos Roberto Espíndola

RESUMO

A cobertura vegetal brasileira vem sofrendo sensíveis modificações devido a sucessivas intervenções humanas. Importantes ecossistemas, como a Floresta Amazônica e o Cerrado, vêm perdendo boa parte de suas coberturas vegetais originais, em função do desmatamento, cedendo lugar a atividades predominantemente agrícolas. Não só a biodiversidade desses ecossistemas tem sido afetada, mas também seus solos, que costumam sofrer uma degradação de suas propriedades originais, notadamente da estrutura/agregação e suas relações com a matéria orgânica. No caso de solos sob florestas, importantes contingentes de húmus deixam de ser incorporados a seus componentes. É previsível que o efeito de diferentes coberturas, suas remoções e cultivo transmitam ao solos distintos efeitos e problemas. Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar os impactos decorrentes da remoção das coberturas originais, e seu posterior uso agrícola, tomando, para tanto, duas distintas condições fisiográficas brasileiras - Cerrado e Floresta Amazônica, tendo como atributos primordiais de análise a evolução da matéria orgânica ligada às modificações da estrutura/agregação dos solos. As áreas selecionadas para as investigações foram Porto Velho/RO (floresta) e Senador Canedo/GO (cerrado) de ocorrência de latossolos argilosos, cujas amostras foram coletadas ao longo de transeções contendo 24 pontos (pequenas trincheiras de 60 cm de profundidade), 12 sob vegetação natural (floresta e cerrado) e 12 sob pastagem plantada, em cada uma das áreas de estudo; em seguida, estas foram analisadas quanto à distribuição e estabilidade de agregados em água, granulometria, complexo trocável, fracionamento químico da matéria orgânica, carbono orgânico, nitrogênio total e relação C/N. Os resultados foram analisados estatisticamente de formas distintas: estatística descritiva, valores médios das parcelas e correlações de

substâncias orgânicas e inorgânicas, visando à discussão mais aprimorada dos resultados.

Sobre o diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), pôde se observar uma diminuição acentuada no sentido vegetação natural-pastagem, sendo mais pronunciada na região do cerrado; de maneira geral, os maiores valores foram observados na região amazônica. Os resultados obtidos para a análise granulométrica não revelaram sensíveis variações em seu conteúdo, quando se comparam os ecossistemas e as formas de manejo estudados. Os coeficientes de variação encontrados foram baixos, revelando uma certa homogeneidade dos resultados analíticos obtidos. A análise da fertilidade revelou diferenças significativas, entre os ecossistemas, para pH, T, V%, S, P, K, Mg e H+Al, mostrando, em ambos os casos, baixa fertilidade natural; observou-se maior acúmulo de matéria orgânica, P, Ca, Mg e T nos horizontes superficiais dos dois ecossistemas estudados. O nitrogênio total e o carbono orgânico apresentaram comportamento similar, podendo se observar, na mudança da condição de vegetação natural para pastagem, uma diminuição significativa nos teores desses elementos; os maiores valores foram encontrados no horizonte superficial no solo sob floresta amazônica, revelando uma queda brusca deste para o horizonte subjacente. Os valores de ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina, de maneira geral, foram superiores na região amazônica, em ambas as profundidades estudadas. No sentido vegetação natural-pastagem, observou-se um decréscimo no AF e na humina, enquanto que para o AH tal comportamento não se manifestou; observou-se um acúmulo das três frações nos horizontes superficiais.

Pelo presente, pode se observar que a remoção da cobertura vegetal original promoveu efeitos negativos sobre os atributos dos solos estudados, notadamente sobre a estrutura/agregação dos mesmos, ligados à diminuição do carbono total. Isso mostra a grande fragilidade dos solos dos ecossistemas brasileiros, quando submetidos ao cultivo, a partir da comparação com suas condições naturais. Assim, para essas áreas, ou áreas similares com latossolos argilosos, o manejo agrícola deve prever técnicas que procurem minimizar os efeitos negativos estudados.

**CHANGES IN PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES IN A CLAYEY
LATOSOIL CAUSED BY THE INTRODUCTION OF PASTURE IN THE
“CERRADO” AND AMAZON FOREST REGIONS**

Author: Regina Márcia Longo
Adviser: Dr. Carlos Roberto Espíndola

SUMMARY

Brazil is considered one of the richest countries in flora with about 60.000 species, from about 220.000 recognised among the Angiosperms. The large extension of the country (more than 8.500.000 km²) and the great diversity of the climate, soils and conditions promote as final result, a wide vegetation variety. The Amazon Forest, represented by the hydrographical basing of the Amazon River with Tocantins/Araguaia, includes 70 millions of km² which (50 millions are forested), representing about 56% of the Brazilian Territory (480 millions of hectares). From 50 millions of Km from the Brazilian legal Amazon, 76% were originally covered by forest. From original vegetable cover, 415.000 km² were changed by the man (until 1990) equivalent to 10,5% of the original forest. The Brazilian's "cerrado" include an area about 200 millions of hectares (23% of Brazilian territory), 60% of which showing agricultural aptness being considered, after Amazon Forest, the most important Brazilian ecosystem in dimension. Today is repealing about 27% of national cereal production and 42% of the national population of cattle of bovine, with the original vegetable cover ample changed. The aim of the present work is to evaluate the effects of the human intervention, through the jungle clearing and the cultivation in the some physical, chemical and biochemical soil's properties of these important Brazilian ecosystems.

This research was installed in Porto Velho, State of Rondônia and Senador Canedo, State of Goiás; the first site located vicinity of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) where the annual average temperature is 25,5° C and precipitation of 2.300 mm; and in the vicinity of Goiânia vicinity the Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA) whit annual average temperature about 22° C, and precipitation of 1.200 mm, including a dry period from May to October.

The predominant natural vegetation was classified as a tropical forest and “cerrado”. Before, the samples were accomplished in areas of primary vegetation and planted pasture, obeying a line with 24 points each 10 metres (12 under natural vegetation and 12 under pasture) in each local of study. Samples were taken out from the superficial and subsuperficial horizon, so that in each samplings point small ditches were opened (approximately 60 cm deep) for summarised description. In the border lines, pedons with 160 cm deep (vertical outline) were studied (morphological descriptions and sampling). Collected samples were analysed for the stability of aggregates in water, changeable complex, organic matter compounds and texture.

In relation to the aggregate distribution the results showed that a reduction when the soil under native vegetation was submitted to agricultural cultivation, thought, the amazon region presented high aggregation size. The results obtained for particle size analysis did not show modifications in the contents within the studied conditions.. The soils showed, general by large, that the chemical composition was lower, but the correlation between ecosystems was significant. The higher organic compounds (N-total, C-Organic and matter organic fractions), in the superficial horizon of natural vegetation, wintry in Amazon Forest, were observed.

The results obtained in this study confirm a certain soil degradation in cultivated soils (by introduction of pasture) compared with uncultivated soils in two Brazilian’s ecosystems (Amazon Forest and “cerrado”). These changes may be of a chemical, biochemical or physical nature.

1. INTRODUÇÃO

A implantação de atividades agrícolas vem modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro. Ecossistemas naturais como o cerrado e a floresta amazônica vêm, há muito tempo, perdendo suas características originais, cedendo lugar a atividades agropecuárias ou extrativistas.

O cerrado brasileiro abrange uma área de cerca de 200 milhões de hectares (23% do território brasileiro), 60% dos quais apresentando aptidão à lavoura; até bem pouco tempo atrás ele era tido como uma área marginal à implantação da agricultura, com sua exploração restringindo-se ao aproveitamento das melhores terras para a pecuária extensiva. Hoje, responde por cerca de 27% da produção nacional de grãos e abriga 42% do rebanho bovino nacional, com sua vegetação original bastante modificada. A grande área florestada ainda existente no Brasil é a Floresta Amazônica, que permaneceu praticamente intocada, em sua cobertura vegetal, até a década de 60. De acordo com dados recentes, a Amazônia apresenta hoje 6,6% (252.222 Km²) de seu território convertido em áreas alteradas, em consequência das ações antrópicas. Parte dessa alteração é, certamente, decorrente da implantação de atividades agrícolas, altamente estimuladas por incentivos governamentais nas décadas de 70 e 80.

Ao se considerarem as modificações nesses ecossistemas, deve se observar a estreita relação entre o solo e a vegetação, uma vez que os primeiros exercem uma apreciável influência sobre o tipo de comunidade vegetal presente numa dada localidade, e a segunda, reciprocamente, influencia as propriedades e o comportamento do solo, quer seja de maneira direta, pelo suprimento de material orgânico, ou de forma indireta, em uma série de atributos, tais como a estruturação, a capacidade de retenção de cátions, o suprimento de nutrientes, a aeração e o comportamento hídrico. As alterações na composição da vegetação de ecossistemas naturais, associadas às práticas de manejo, podem promover graves consequências,

não só em relação à biodiversidade, mas também quando se analisa a deterioração causada aos seus solos, e a sua conseqüente reutilização ou conservação. Assim, estudos que visem analisar os efeitos causados pela ação antrópica sobre propriedades dos solos constituem valiosos recursos para avaliações e/ou previsões sobre os danos causados ao ambiente, servindo como subsídios à discussão sobre a manutenção desses ecossistemas, ou, nessa impossibilidade, para a sua ocupação racional, com previsões sobre a extensão dos efeitos dessa ocupação.

A idéia do presente trabalho foi avaliar, de forma comparativa, os efeitos causados a algumas características do solo a partir da introdução de sistemas agrícolas em dois dos principais ecossistemas brasileiros: a Amazônia e o Cerrado, que ocupam cerca de 70% do território brasileiro (AB'SABER, 1971) e por constituírem as principais fronteiras agrícolas hoje existentes no país. Para tal análise comparativa, seria mais apropriado que as observações fossem efetuadas num mesmo tipo de solo e uma mesma atividade agrícola. Nesse sentido, verificou-se que em ambas as áreas ocorrem latossolos argilosos, solos estes que ocupam cerca de 60% do território brasileiro, possibilitando uma extrapolação dos resultados para áreas semelhantes. Um estudo prévio das principais atividades agrícolas existentes nas duas áreas permitiu constatar que na Região Norte (Amazônia) predominam as pastagens e as culturas de arroz, mandioca e milho, enquanto na Região Centro Oeste, onde está localizada a área sob vegetação do cerrado, além das pastagens, ocorrem as culturas de soja, milho e arroz.

Dentro da Amazônia, a região de Porto Velho é uma das áreas que mais sofreu com a ação antrópica, com cerca de 10% de sua cobertura vegetal original modificada, principalmente pela introdução de pastagens, por atividades mineradoras e pela exploração de madeira; já a cobertura vegetal do cerrado, no Planalto Central do Brasil, está quase que totalmente modificada pela ação do homem, em decorrência da implantação de atividades agropecuárias.

2. OBJETIVO E HIPÓTESE BÁSICA

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da intervenção humana sobre determinados parâmetros dos solos sob ecossistemas naturais e após a introdução de pastagem, em distintas regiões do Brasil: o Cerrado e a Floresta Amazônica. A procura do objetivo traçado levou em conta certas hipóteses estabelecidas para as condições de floresta tropical, cerrado e ambiente agrícola, supondo que sob climas e vegetações diferentes (ou manejos), o mesmo solo comporta-se de modo diferente em relação a algumas propriedades.

Em face das diversidades regionais, especialmente no tocante às características de solo, vegetação e clima, essa caracterização em distintos ecossistemas poderá contribuir para o estudo analítico do efeito integrado de tais fatores sobre possível degradação do solo, à medida que são retiradas suas coberturas originais e implantadas diferentes modalidades de uso e manejo.

Com tais resultados espera-se poder colaborar na discussão sobre a manutenção desses ecossistemas ou, na sua impossibilidade, que se procedam as suas ocupações de maneira racional, com as necessárias previsões sobre a extensão dos efeitos desta última. Cabe ressaltar, porém, que o presente trabalho abrange apenas alguns dos fatores afetos à macroestrutura do cerrado e da floresta amazônica; para que o mesmo se torne plenamente representativo, necessária se faz a inter-relação a outros, que envolvam aspectos não abordados pelo presente trabalho, tais como as influências do tipo de vegetação e do clima, assim como um estudo com diferentes tipos de solos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DE ALGUNS ECOSISTEMAS BRASILEIROS

O Brasil é considerado um dos países com flora mais abundantes da Terra, contando com aproximadamente 60.000 espécies, das cerca de 220.000 reconhecidas entre as Angiospermas. Tal fato certamente está relacionado à vasta extensão territorial (mais de 8.500.000 Km²) e à grande diversidade de climas, solos e condições geomorfológicas, as quais produzem enorme variedade de tipos de vegetação (GIULIETTI, 1992).

Pela FIGURA 1 pode se observar a distribuição percentual dos principais ecossistemas brasileiros (VITTI, 1995).

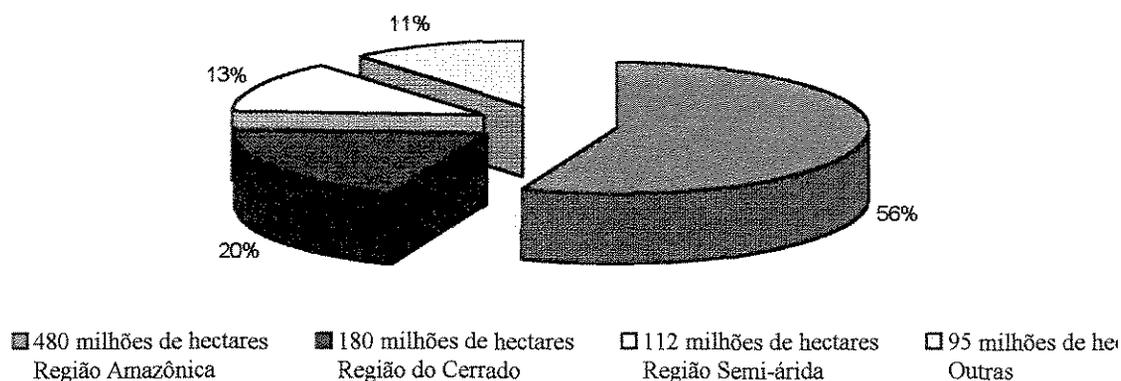


FIGURA 1 - Ocupação territorial dos principais ecossistemas brasileiros

Consideradas as cinco grandes regiões geográficas do país, pode-se dizer que, a cada uma delas, com exceção da Sudeste, poderiam estar associados um ou mais tipos de ecossistemas; nesse sentido, a Região Norte está associada à Floresta Amazônica, a Região Nordeste à caatinga, a Região Centro-Oeste aos cerrados e ao Pantanal e a Região Sul aos pampas e às Florestas de Araucárias. A Região Sudeste, no entanto, apesar de apresentar alguns dos biomas associados a outras regiões, possui alta diversidade, sendo rica em

endemismos, além do fato da sua vegetação natural ter sofrido os mais diferentes tipos de agressões.

De acordo com AB'SABER (1971), a variedade de vegetação está diretamente associada aos diferentes tipos de ecossistemas, distribuídos pelo país.

3.1.1. Floresta Amazônica

A bacia hidrográfica do Rio Amazonas, associada à do Tocantins/Araguaia, abrange 7×10^6 Km², dos quais aproximadamente 5×10^6 são florestados (Kolhepp, citado por NELSON, 1992), sendo os limites da floresta: a oeste, a encosta dos Andes; ao leste e a norte, o Oceano Atlântico e os cerrados do Maranhão e do Tocantins, e a sul os cerrados mato-grossense e boliviano (GENTRY, 1982).

Dos 5×10^6 Km² da Amazônia legal brasileira, 76% estiveram originalmente cobertos por florestas, sendo o restante ocupado por cerrado, campos de terra firme, de várzea e rupestre e caatinga amazônica. Da cobertura vegetal original, 415.000 Km² foram alterados pelo homem até 1990, o que equivale a 10,9% da floresta original (NASCIMENTO & HOMMA, 1984).

Os fatores que determinam a presença da floresta versus vegetação não florestal na Amazônia têm sido atribuídos à disponibilidade de água no período seco. A precipitação média na Amazônia é de 2.200 mm por ano, com exceção de uma faixa transversal, desde Boa Vista/RR a Santarém/PA e o Baixo Xingu/MT, onde a faixa pluviométrica anual é menor que 1.800 mm ao ano e, mais importante, onde o número de meses consecutivos com estresse hídrico pode atingir cinco. Nesta faixa, sobre solos rasos ou arenosos, são encontrados campos de terra firme, enquanto que em solos de textura média ocorrem a floresta semidecídua. A diversidade florística destas formações é relativamente baixa, embora as mesmas contribuam com espécies peculiares ao ambiente edáfico, aumentando a diversidade global da Amazônia. Já naquelas partes da Amazônia com mais de 2.000 mm de chuva por ano e sem estiagens prolongadas apenas aparecem formações não florestais em condições de lençol freático alto no inverno (NELSON, 1992). A citada vegetação da faixa seca da Amazônia pode ser tomada como uma parcela experimental natural, que pode indicar, inclusive, as possíveis conseqüências do desmatamento em larga escala no Pará e no Amapá.

Do vapor de água que condensa e cai como chuva na Amazônia, 56% são devolvidos à atmosfera pela evapotranspiração, a partir da transpiração de folhas e galhos; assim, a floresta cria as condições pluviométricas para a sua própria sobrevivência.

A faixa de vegetação formada sob maior precipitação constitui o bosque tropical espesso ou aberto, que é típico de ambiente de umidade perúdic ou údic. A característica marcante dessas áreas é a baixa proporção de árvores decíduas, que vem a ser o tipo de vegetação que cobre mais de 60% da Amazônia brasileira. Segundo SANCHES (1976), aproximadamente 2.500 espécies de árvores foram encontradas em florestas da Malásia e na Amazônia, enquanto que naquelas de clima temperado tal número foi de apenas 12 espécies, o que prova a grande biodiversidade natural existente nas florestas tropicais.

O ciclo de nutrientes entre a floresta e o solo é quase que fechado. A constante decomposição do material orgânico e a pequena perda por lixiviação permitem o desenvolvimento de uma floresta luxuriante, sem sintomas de deficiências nutricionais, em solos com baixa fertilidade natural (DEMATTE, 1988). O QUADRO 1 resume a produção anual de matéria seca de acordo com os tipos de vegetação em algumas regiões. Deste modo, percebe-se que a floresta tropical cresce de maneira bem mais rápida do que a floresta temperada (no caso, 20 t/ha da floresta tropical contra 10 t/ha de matéria seca ao ano na floresta temperada).

QUADRO 1 - Produção de matéria seca pelos diferentes tipos de vegetação

Tipo de vegetação	Produção de matéria seca Média (t/ha)	Varição (t/ha)
Bosque tropical espesso	20	10-35
Bosque tropical semi-decíduo	15	6-35
Floresta temperada decídua	10	4-25
Floresta temperada mista	10	6-25
Cerrado	7	2-20
Pradarias temperadas	5	1-18
Culturas	0,5	1-40

Dentro do território nacional, a Amazônia Legal abrange cerca de 450 milhões de hectares, sendo que a floresta tropical úmida estende-se por 280 milhões destes, ao lado da floresta aberta ou de transição, já bastante alterada pela ação antrópica das frentes do cerrado e dos campos naturais. Embora as estimativas sobre taxa de ocupação sejam bastante controversas, certo é que o total da área desflorestada tem crescido

exponencialmente, sendo a pecuária a forma mais comum de uso da terra (YOKOMIZO, 1989). Pelo QUADRO 2 pode se ter uma idéia da distribuição das principais culturas na região norte brasileira, conforme VITTI (1995).

QUADRO 2 - Participação estimada da região Norte na produção agrícola brasileira.

CULTURA	PROD. BRASILEIRA (1000 t)	PARTICIPAÇÃO DA REGIÃO NORTE (%)
Arroz	11.429	5.7
Cana-de-açúcar	240.424	0.2
Feijão	2.987	0.1
Mandioca	20.844	9.9
Milho	36.607	1.2
Soja	26.354	0.1
Algodão	1.163	0.75

O Estado de Rondônia, com uma área de 238.378,7 Km², apresenta uma cobertura vegetal típica da região amazônica. Apesar da extensa cobertura vegetal do Estado, cerca de 8% da floresta já foram completamente destruídos, em função de empreendimentos diversos, dentre os quais a construção da Usina Hidroelétrica de Samuel, atividades de assentamento do INCRA e a grande expansão das fronteiras agrícolas. A taxa de ocupação humana e a degradação ambiental têm sido mais altas nas últimas décadas, quando comparadas àquelas de outros estados (PRANCE, 1987).

3.1.2. Cerrado

Localizada em sua maior parte entre o espaço mais densamente ocupado do Brasil (Regiões Sul - Sudeste) e a Região Norte, a "região dos cerrados", nas suas diversas configurações, cobre aproximadamente 23% da superfície do território nacional. É considerado, depois da Floresta Amazônica, o maior ecossistema brasileiro, em termos de dimensão (KER, et al. 1990).

Segundo o mesmo autor, a região dos cerrados, particularmente aquela relacionada à Região Centro-Oeste, apresenta-se hoje como a alternativa mais imediata para a expansão da fronteira agrícola nacional. Primeiro, por constituir-se num ecossistema menos complexo do que o amazônico; segundo, pela situação geográfica estratégica em relação aos centros consumidores e/ou exportadores e, finalmente, pela estrutura viária existente, a qual pode ser considerada, até certo ponto, satisfatória. Pelo QUADRO 3 tem-se uma idéia

da participação do cerrado na produção agrícola nacional, de acordo com os dados do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, citados por VITTI (1995).

QUADRO 3 - Área e produção das principais culturas do cerrado.

Cultura	ÁREA DO CERRADO		BRASIL TODO		Contribuição da produção do cerrado (%)
	Área (ha)	Produção (1000t)	Área (ha)	Produção (1000t)	
ARROZ	1.903	3.8	4.585	10.1	37
CAFÉ	439	1.1	2.264	2.6	42
FEIJÃO	691	0.4	4.361	2.5	18
CANA	-	31.7	-	258.6	12
MILHO	2.745	7.7	13.151	30.1	25
TRIGO	255	0.3	1.491	2.8	11
SOJA	3.387	8.1	11.384	22.7	36
TOTAL	9.430	53.1	37.236	329.4	16

Fonte: Min. Agricultura e Reforma Agrária (1993).

Com relação à constituição da cobertura vegetal, o termo "cerrado" é bastante genérico, abrangendo um grupo de formas de vegetação e fisionomia bastante variadas; apesar disso, o cerrado apresenta características próprias, as quais o individualizam em relação aos outros tipos de vegetação, sobretudo as florestas. Normalmente é pouco denso, com indivíduos de porte atrofiado, com troncos tortuosos e de engalhamento baixo e retorcido, copa assimétrica, folhas grandes e grossas, por vezes coreáceas, com ausência de espinhos, além de epífitas e lianas.

Os cerrados englobam um grupo de formas de vegetação que se apresenta segundo um gradiente de biomassa. A forma de menor biomassa (menos densa) é denominada "campo sujo" (estrato herbáceo contínuo), à qual se seguem o campo "cerrado" (estrato herbáceo com arbustos), o "cerrado" (arbustos e árvores mais estrato herbáceo) e, finalmente, a de maior biomassa, denominada "cerradão" e constituída por árvores de porte mais elevado, em estrato quase contínuo (FERRI, 1979).

Os cerrados aparecem em áreas de clima megatérmico úmido, como é o caso das "ilhas de cerrado" da Amazônia, com um regime de chuva próprio das regiões subequatoriais (de 8 a 10 meses de chuva, por ano) e sob condições de elevadas temperatura, surgem no clima megatérmico subúmido do Nordeste Ocidental (cerrado do Piauí e do sudeste do Maranhão), onde, apesar das fortes chuvas de verão e de verão-outono, há uma estação seca que se prolonga por 6 a 8 meses, com elevadas deficiências

hídricas; ocorrem ainda os cerrados "tabuleiros" da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, bem como nos Estados de São Paulo e Paraná, já nos domínios dos climas mesotérmicos úmidos. Entretanto, e principalmente, aparecem na região do Brasil Central, ocupando grandes extensões dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, todas caracterizadas por clima tropical (quente e úmido) com uma estação chuvosa no verão e seca no inverno (REIS, 1971).

3.2. DEGRADAÇÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS

O crescente aumento da população mundial, principalmente entre os países pouco desenvolvidos, aliada à crescente demanda de alimentos, faz com que novas fronteiras agrícolas surjam continuamente, e é nessas regiões do globo que se localizam as terras com maior potencial de exploração, conforme demonstram os dados do QUADRO 4, apresentados por VITTI (1995).

QUADRO 4 - Potencial cultivável das terras nos países menos desenvolvidos (em milhões de ha).

REGIÃO	POTENC. CULTIV.	CULTIVO ATUAL	NÃO CULTIV.	% DA REGIÃO	% ENTRE TODAS
África	789	168	621	79	44,6
Sudoeste Ásia	48	69	0	0	0
Sudeste Ásia	297	274	23	8	1,7
Ásia Central	127	113	14	11	1
Amér. Do Sul	819	124	695	85	49,9
Amér. Central	75	36	39	52	2,8
Total	2155	784	1392	65	100

Assim, ecossistemas naturais vão cedendo lugar a atividades humanas e perdendo drasticamente suas características originais. As florestas úmidas, por exemplo, que se distribuem nas América do Sul e Central, na África e na Ásia, estão reduzidas a 60% de suas extensões originais; destas, a Floresta Amazônica compreende cerca de 40% , ocupando uma área de 750.000.000 ha, da qual 46,6% correspondem à parte brasileira, o que equivale a aproximadamente 350.000.000 ha. Atualmente, admite-se que cerca de 12% da floresta amazônica brasileira, ou seja, 42.000.000 ha, já tenham sido desmatados (CIMA, 1991) e que até a metade deste século o mundo já tenha perdido a quinta parte de

sua superfície cultivável e um quinto de suas florestas tropicais. Segundo a mesma fonte, 20 milhões de ha de florestas e 25 milhões de toneladas de húmus são perdidos, a cada ano, em virtude do desmatamento, da erosão e de outros processos de degradação do solo.

Entende-se por área degradada aquela que sofreu alterações negativas em suas características originais, em função de causas naturais ou pela ação do homem (REICHMANN NETO, 1993). No meio rural, a degradação de ecossistemas pode se dar pela ação de atividades mineradoras, pela construção de hidroelétricas, termoelétricas, rodovias e ferrovias e em decorrência de atividades agrícolas, pecuárias ou florestais, sem a observância dos devidos critérios técnicos.

O grau de perturbação provocado pela intervenção humana no sistema natural pode ser apreciado, dentre outros critérios, pela análise do conteúdo de matéria orgânica e pelo estado de agregação do solo. Quando se comparam as condições de um solo sob sua cobertura original com aquelas do qual esta foi retirada, ou onde houve a implantação de uma cultura, em geral é possível notar, com maiores ou menores evidências, as modificações e os danos ocorridos. Cabe ressaltar que certas áreas amazônicas, especialmente aquelas formadas por solos arenosos (quartzosos), podem ser propícias a certos processos de desertificação, os quais podem ser intensificados pela perda de nutrientes, em função da erosão e da lixiviação (MANARINO et al., 1982).

Segundo MALLEUX (1993), a degradação de terras florestais representa uma significativa redução em sua capacidade produtiva, com a fragmentação de sua biodiversidade. Por representar o conjunto de aspectos relacionados à degradação do solo, não é um parâmetro simples de se avaliar, sendo que aqueles mais razoáveis de se medir são: as modificações da estrutura das camadas superficiais do solo; a densidade, a porosidade e a compactação; a perda de matéria orgânica; a oxigenação; a redução de nutrientes; a erosão e distúrbio no equilíbrio do sistema hídrico.

Segundo o mesmo autor, a transformação do padrão da vegetação permite estimar o processo de degradação que afeta negativamente o valor do ecossistema ou que causa um impacto negativo sobre o ambiente, podendo ser avaliada por intermédio da produtividade, da biodiversidade e das condições hidrológicas. Os principais sinais da degradação são as mudanças da categoria/uso, da intensidade de fragmentação, dos componentes relativos dos mosaicos, da biomassa e da porcentagem da cobertura vegetal.

3.3. OS SOLOS DAS REGIÕES TROPICAIS

3.3.1. Caracterização

Os solos tropicais apresentam características bem distintas daquelas encontradas nos solos das regiões temperadas. Ao longo do seu próprio desenvolvimento, em consequência da intensidade de ação dos fatores de intemperismo, estes já mostram diferenças marcantes. Segundo FRIPAT & HERBILLON (1971), os processos químicos e geoquímicos que ocorrem nos trópicos são os mesmos que ocorrem em outras regiões, representados, principalmente, pela hidrólise e oxidação; entretanto, e em função das características climáticas da região serem bastante agressivas, os solos são, via de regra, profundos e pobres, em face da intensidade dos processos. Acresça-se a esses fatores, o longo tempo de exposição ao intemperismo dos solos de regiões tropicais úmidas, em comparação ao clima temperado, onde as glaciações quaternárias apagaram os vestígios de solos antigos (PENTEADO, 1974).

A composição mineralógica dos solos tropicais é relativamente simples, apresentando a caulinita e os óxidos de ferro e de alumínio, nas mais diversas formas, como constituintes principais da fração argila (DEMATTÊ, 1988). Em geral, tais componentes minerais possuem baixa atividade de superfície e, por consequência, a fração argila reflete baixa mobilidade e estado de floculação, especialmente pelo efeito dos óxidos de ferro, como é comum em latossolos. Os microagregados, por sua vez, são constituídos de colóides com PCZ próximo ao pH da solução do solo, por vezes saturados com Al^{3+} (agente floculante) e não desenvolvem elevada densidade de carga, necessária à dispersão (HERBILLON, 1981). Em face do exposto, o solo reflete reduzida translocação de argila, com teores relativamente constantes dessa fração em profundidade. Dependendo da natureza do material de origem, e quando a intensidade de intemperismo é muito acentuada, pode ocorrer um acúmulo de óxidos de ferro, que, em geral, provoca a formação de nódulos e concreções lateríticas, se não couraças e carapaças.

De acordo com PRIMAVESI (1987), o solo tropical deve ser tratado como um ecossistema especial, sendo a agregação facilitada pela riqueza em sesquióxidos; além disso, o bom suprimento de matéria orgânica induz certa "grumosidade", traduzindo-se em

boa porosidade e drenagem interna, grande arejamento e alta capacidade de armazenamento de água. Desta forma, pode se compreender que a bioestrutura mais favorável e o perfil mais profundo são uma compensação à maior pobreza em nutrientes.

Segundo HARRIS et al. (1966), gramíneas e culturas perenes, com extenso e denso sistema radicular, contínuo suprimento de material orgânico e eficiente cobertura do solo, melhoram a agregação, uma vez que um adequado suprimento de carbono orgânico permite que os organismos do solo tanto disponham do mesmo como fonte de energia, quanto para a síntese de substâncias gomosas, de efeito agregante, além de propiciarem o próprio crescimento da população microbiana e, conseqüentemente, maior atividade biológica, com o aumento das secreções de exsudato, o que reflete diretamente na agregação (GAVANDE, 1976; LAL & GREELAND, 1979; TISDALL & OADES, 1980).

As concentrações de determinados elementos no solo de ecossistemas tropicais são extremamente variáveis e refletem o material de origem ou o substrato subjacente, a topografia, a pluviosidade, a vegetação e diversos outros fatores do meio que interagem com o solo, gerando microdiferenças, diversidade na composição das espécies e nos processos biológicos das plantas (HAAG, 1985).

Na faixa inter-tropical sul-americana a maioria dos solos (mais de 45%) encontraram-se agrupados entre os latossolos, compreendendo grande parte do Brasil, Colômbia e Venezuela (BENNEMA et al., 1962). Na região central brasileira concentram-se imensas áreas de cerrados (cerca de 160 milhões de ha), onde os Latossolos compreendem 56%, destacando-se o Latossolo Vermelho-Escuro, com 11% do total (URQUIAGA et al. 1982). Esses solos são, em geral, muito ácidos, bem estruturados quando argilosos, apresentando baixa capacidade de retenção de cátions e, portanto, baixa fertilidade natural. Além disso, e se argilosos, são especialmente suscetíveis à compactação pelo uso e manejo agrícola, uma vez que a degradação da estrutura afeta a constituição, o tamanho e a estabilidade dos agregados, além da taxa de infiltração de água, a permeabilidade, a porosidade, a densidade, com seus efeitos negativos decorrentes (ESPÍNDOLA et al., 1998).

Em torno de 80% dos solos da bacia amazônica são recobertos por coberturas referidas como lateríticos - solos e lateritas, propriamente ditas (SOEMBROEK, 1984). Essas coberturas são caracterizadas por uma composição mineralógica simples: caulinita,

quartzo e óxidos de ferro e alumínio. Há uma diversidade de solos referidos genericamente por lateritas; em Porto Velho predominam solos amarelos (MELLO et al, 1988).

3.3.2. Ciclagem de nutrientes

O conceito de fertilidade do solo refere-se à habilidade que este possui em fornecer nutrientes às plantas, a presença da maior ou menor quantidade de substâncias ou de elementos tóxicos aos vegetais e às suas propriedades físicas (MELLO et al., 1988). Segundo esses autores, um solo rico em nutrientes essenciais, presentes em quantidades convenientemente balanceadas, livre de materiais tóxicos em altos níveis é um solo fértil, embora possa não ser produtivo. O conceito deve envolver, portanto, características físicas do solo, mormente a estrutura/agregação e aspectos correlatos (permeabilidade, porosidade etc).

Os solos tropicais, devido à intensa ação dos processos de intemperismo, apresentam-se freqüentemente com baixa fertilidade natural (PRIMAVESI, 1987). OKALI (1992) chama a atenção para a pequena atividade das argilas 1:1, que dominam os ambientes dos trópicos úmidos, sendo que a fertilidade destes solos acaba sendo, conseqüentemente, garantida especialmente pelo conteúdo de matéria orgânica. NYE & GREELAND (1960) acreditam que a simples adição de fertilizantes poderia resolver a baixa fertilidade dos solos tropicais.

A vegetação natural exerce grande influência sobre o conteúdo de nutrientes disponíveis no solo. Os ciclos de nutrientes em florestas de terra firme são denominados ciclos diretos, em que os nutrientes liberados pela decomposição da matéria orgânica vão ter diretamente à vegetação nativa por intermédio de fungos micorrízicos (HERRERA et al., 1978). HERRERA et al. (1988), em experimento realizado em São Carlos de Rio Negro, na Amazônia venezuelana, mostraram que este equilíbrio é quebrado com o cultivo, passando o ciclo de nutrientes a ser indireto, aumentando a possibilidade de perdas, em função de picos iniciais de aumento nos teores de cálcio, potássio e magnésio na solução do solo, seguidos de declínios vertiginosos, decorrentes das perdas por lixiviação.

Com a retirada da cobertura original, a dinâmica dos nutrientes é intensificada também em função do método de preparo do solo. HERNANI et al. (1987), estudando a influência de métodos de limpeza do terreno em um Latossolo Amarelo sob floresta, no

Vale do Ribeira, observaram que no 30º mês ainda persistia o efeito da queimada sobre o cálcio, apesar de no 4º mês ter tido início um forte declínio do pH e das bases trocáveis, que praticamente se igualaram aos valores iniciais no 8º mês. Entretanto a destoca sempre concorreu para um aumento da velocidade de mineralização da matéria orgânica, resultando valores de V% e CTC inferiores aos demais tratamentos.

EWEL et al. (1991), em trabalho realizado na Costa Rica, comparando a vegetação secundária com a monocultura, verificaram que esta tende a perder mais nutrientes do que a primeira.

NYE & GREELAND (1960) admitem que as perdas dos nutrientes trocáveis do solo durante o cultivo causam um desequilíbrio nas reservas de nutrientes lábeis e não lábeis, sendo que nos períodos de pousio os nutrientes de reserva não lábeis seriam transferidos à reserva acessível às plantas, restabelecendo o equilíbrio, isto é, a maior parte do fósforo e dos cátions perdidos pela lixiviação durante o período de cultivo são recuperados do subsolo na fase de pousio. NYE & FOSTER (1961) mostraram que uma vegetação secundária composta de arbustos extrai em torno de 30% do fósforo que necessita, a partir dos horizontes mais profundos do perfil, enquanto que as plantas cultivadas conseguem apenas entre 7 e 16%.

3.3.3. Matéria orgânica em solos tropicais

3.3.3.1. Processos de decomposição e síntese

Mediante alguns processos, os elementos absorvidos pelas plantas são mineralizados. Esse mecanismo, contudo, não é completo, e uma grande parte desses compostos orgânicos são modificados por microrganismos, formando complexos orgânicos altamente polimerizados e resistentes, os quais, juntamente com os constituintes microbianos e outros produtos resultantes do metabolismo, constituem a matéria orgânica do solo, que é composta por diferentes frações, como os ácidos (fúlvicos e húmicos) e a humina (composto mais polimerizado e estável). Durante esses processos, alguns constituintes podem ser liberados na forma mineral, como gás carbônico, fosfato, sulfato, molibdato, de fundamental importância à nutrição das plantas. A esta transformação dá-se o nome de mineralização.

A decomposição do material orgânico produz CO_2 , NH_4 , NO_3^- , PO_3^{4-} , SO_4^{2-} e micronutrientes, sendo o nitrogênio somente armazenado no solo sob forma orgânica, atuando como regulador na velocidade de decomposição e atividade microbiana. A FIGURA 2 (TOUTAIN, 1994) mostra o destino do material orgânico no solo.

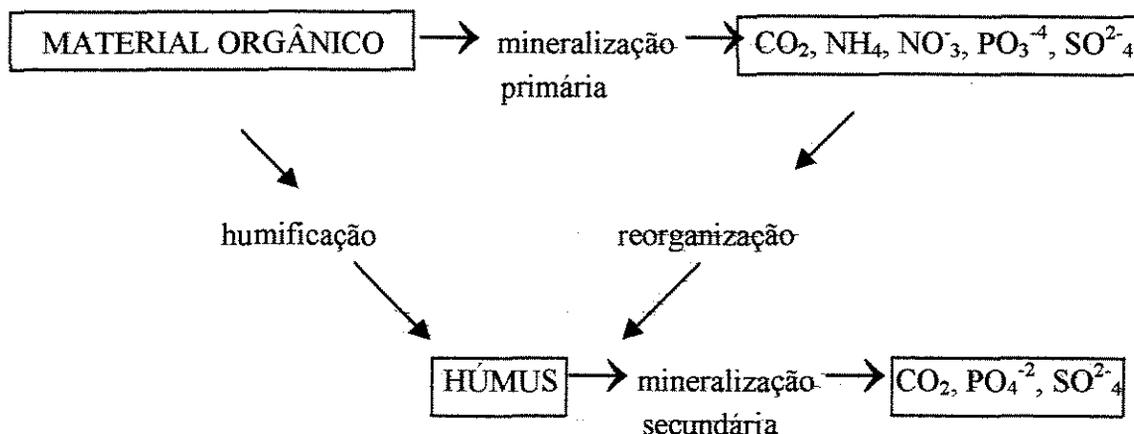


FIGURA 2 – Destinos dos materiais orgânicos depositados no solo

Assim, a manutenção da produtividade primária de muitos ecossistemas e agroecossistemas está parcialmente relacionada aos processos de decomposição de restos de plantas e de animais e da subsequente mineralização, sendo o acréscimo de nutrientes, pelos mesmos, particularmente importante em solos mineralologicamente pobres (GRISI, 1984).

Os componentes da matéria orgânica humificada do solo podem ser classificados em dois principais grupos: substâncias húmicas (húmus), bastante complexas e de natureza química não bem definida, e substâncias não húmicas, menos complexas e possuindo uma natureza química definida (NASCIMENTO et al., 1993).

O húmus é resultante da alteração de uma mistura de produtos fibrosos, celulose e lignina, produtos intermediários da decomposição do material orgânico, cujas propriedades diferem, consideravelmente, daquelas do material de origem, por ser de natureza coloidal.

Do material orgânico que chega à superfície do solo, apenas 10-20% transformam-se em massa mais ou menos estável, que se transforma lentamente, perdendo de 1 a 3% de seu peso anualmente (MELO, 1994).

Segundo DUCHAUFOR (1968), a matéria orgânica humificada pode ser dividida em três frações principais: ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e huminas ou resíduo,

sendo que a fração do primeiro apresenta, comparativamente à fração do segundo, em média 10% a menos de carbono e 10% a mais de nitrogênio. Essas frações são constituídas por uma série de moléculas de tamanhos diferentes, sendo que a maioria não possui a mesma configuração estrutural ou grupos reativos de mesma posição (VOLKOFF & ANDRADE, 1975). As frações de ácido húmico e ácido fúlvico, segundo VARADACHARI & GHOSH (1984), são diferentes somente no que se refere ao grau de polimerização; os produtos são os mesmos, mas o grau de oxidação e a acidez são diferentes (DABIN, 1976). A humina seria a fração do húmus mais fortemente ligada à fração mineral do solo. Segundo Schnitzer(1978), citado por CORDEIRO (1988), a estrutura química e propriedades da fração humina parecem ser similares àquelas dos AH, sendo que suas insolubilidade e resistência à biodegradação parecem ser resultado, em grande parte, da formação de complexos metálicos estáveis e/ou complexos argilo-húmicos.

A proporção relativa de cada uma dessas frações pode ser quantificada, tornando possível avaliar o modo da humificação, incluindo os mecanismos de interação da matéria orgânica, matéria mineral e atividade biológica (FERREIRA, 1997). Alguns estudos feitos com datação (^{13}C e ^{14}C) mostraram que a matéria orgânica, fracionada por métodos físico-químicos, apresentou substâncias húmicas distintas, tanto em sua origem como em seu modo de evolução. Um grupo possui frações granulométricas muito transitórias: ácidos húmicos e humina herdada; o outro, composto pelos ácidos fúlvicos e humina de precipitação, apresenta relativa resistência à biodegradação e aparece fortemente ligado à matéria mineral. O primeiro grupo domina os horizontes superficiais, e os segundos os de profundidade (VOLKOFF, 1970; VOLKOFF et al., 1978, 1979; DESJARDINS, 1991).

NASCIMENTO & MELO (1981), estudando um Latossolo Vermelho-Escuro álico textura argilosa, sob vegetação de cerrado, observaram que a distribuição do carbono nas frações húmicas, em relação ao C-orgânico total, foi de 4, 25 e 58%, para ácido húmico, ácido fúlvico e humina, respectivamente, sendo que a incorporação dos resíduos culturais e a calagem não alteraram, de modo significativo, a distribuição do carbono e do nitrogênio naquelas frações.

Os processos de mineralização e de síntese do húmus são de natureza predominantemente microbiana, de tal modo que qualquer fator que afete a atividade dos microrganismos os afetará (ALBERTINI, 1983). É de conhecimento geral o papel que as

populações microbianas exercem na manutenção da fertilidade dos solos, armazenando importantes nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e o enxofre, e participando dos processos de ciclagem da matéria orgânica, importante fator de produtividade (GRISI, 1984).

A retirada da cobertura vegetal original, por sua vez, pode trazer sensíveis modificações no processo de decomposição e síntese da matéria orgânica, em função de alterações no fornecimento de material para incorporação ao solo. A formação da matéria orgânica é função do tempo, do clima, da vegetação, do material de origem e da topografia, dentre outros, ou seja, varia com os processos de desenvolvimento dos solos (STEVENSON, 1982). Sua composição e propriedades variam em função do material orgânico original, das condições em que se processou a decomposição, da biossíntese e do tempo considerado (ALBERTINI, 1983).

Sob determinadas condições, ainda não totalmente conhecidas, componentes da matéria orgânica dos horizontes superficiais são colocados em dispersão e levados pela água de percolação para as camadas mais profundas, onde, novamente por mecanismos ainda não totalmente esclarecidos, precipitam, enriquecendo aquele nível em matéria orgânica. TURENNE (1977) observou, em solos da Amazônia, mecanismos de polimerização (períodos de seca) e de depolimerização (períodos de umedecimento) dos compostos da matéria orgânica, que os torna mais móveis ou imóveis, respectivamente, podendo explicar certos mecanismos de estabilização e desestabilização da estrutura dos solos.

Segundo GREELAND (1965), o ácido fúlvico é uma fração que pode permanecer em solução depois de formar complexos com íons e, desta forma, aumentar a lixiviação e translocação de elementos dentro do perfil do solo ou para fora dele. Já SCHEDENAU & BETTANY (1987) constataram que os ácidos fúlvicos produzidos por atividade biológica na superfície podem translocar-se para os horizontes B e C, por percolação na água. VOLKOFF & CERRI (1981), por sua vez, em estudos com solos da Amazônia, observaram que as moléculas mais solúveis e menos sensíveis às barreiras físico-químicas constituídas pelas argilas e pelos oxi-hidróxidos são as únicas a penetrarem no solo, havendo uma infiltração dos precursores, levando à formação de dois diferentes tipos de húmus. As estruturas das substâncias húmicas parecem variar de solo para solo (conforme

mineralogia) e são ainda dependentes do clima, tipo de vegetação, do regime hídrico do solo, etc. Mudanças em sua composição estrutural ocorrem constantemente; entretanto, os tipos de grupos funcionais são os mesmos (STEVENSON, 1982)

3.3.3.2. Dinâmica da matéria orgânica no solo

A principal fonte original da matéria orgânica do solo é o tecido vegetal. Sob condições naturais, copas e raízes de árvores, arbustos, gramíneas e outras plantas nativas fornecem anualmente grandes quantidades de resíduos orgânicos ao solo. À medida que estes materiais são decompostos e digeridos pelos diversos tipos de organismos do solo, transformam-se em frações incorporadas aos horizontes do solo. Assim, os tecidos das plantas superiores são a fonte primária, não só de alimentos, para os diversos organismos, mas também de componentes orgânicos, essenciais à constituição do solo.

A decomposição dos resíduos animais e vegetais no solo constitui um processo biológico fundamental, em que o carbono é reciclado para a atmosfera, na forma de CO_2 , e o nitrogênio é tornado disponível, como NH_4 e NO_3 , enquanto outros elementos, como o fósforo, o enxofre, além de vários micronutrientes, são transformados nas formas requeridas pelas plantas superiores. Nesse processo, parte dos nutrientes é assimilado pelos microrganismos e o restante fica disponível às plantas (ORJUELA, 1989).

Mediante processos de transformação os componentes mineralizados são absorvidos pelas plantas; contudo, esse mecanismo não é completo e uma grande parte destes compostos orgânicos é modificada pelos microrganismos, formando complexos orgânicos altamente polimerizados e resistentes, os quais, juntamente com os constituintes microbianos e outros produtos resistentes do metabolismo, constituem a matéria orgânica do solo, composta por diferentes frações, como os ácidos (fúlvicos e húmicos) e a humina (composto mais polimerizado e mais estável).

A matéria orgânica exerce um papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos dos elementos nutritivos das plantas e sobre as propriedades físico-químicas do solo. Corresponde, via de regra, à grande parcela da capacidade de permuta de cátions do solo e é altamente responsável pela estabilidade de seus agregados, fornecendo também os componentes necessários à energia e ao crescimento dos microrganismos (BRADY, 1989).

Sua atuação conjunta com os sesquióxidos (de ferro e alumínio) é fundamental para a organização dos complexos argilo-húmicos, ou seja, dos agregados do solo e de sua estabilidade (DUCHAUFOUR, 1968).

Quando o homem, por sua intervenção, modifica o funcionamento de um ecossistema florestal, a dinâmica da matéria orgânica do solo é profundamente alterada (NYE & GREELAND, 1964; REICHEL, 1981). Os efeitos desta perturbação sobre as propriedades dos solos são muito grandes e interferem na sua capacidade de regenerar a floresta, ou mesmo na sua adaptação a outras culturas (NASCIMENTO & HOMMA, 1984).

Segundo HERRERA et al (1978), a importância da matéria orgânica aumenta em ecossistemas da categoria de floresta tropical, que apresentam solos pobres em nutrientes e onde a vegetação depende, em grande parte, da reciclagem de elementos nutritivos contidos nos detritos vegetais.

As regiões tropicais, em função das condições de temperaturas elevadas e altos índices pluviométricos e, conseqüentemente, de intensa atividade microbiana, propiciam uma rápida decomposição dos materiais orgânicos incorporados ao solo. Por esse motivo, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo é de vital importância para a estocagem de matéria orgânica, cujos constituintes ou frações, sob nossas condições, evoluem para a forma mais estável (humina) (PRIMAVESI, 1987).

MANARINO et al. (1982), estudando a matéria orgânica em floresta natural e capoeira da amazônia, observaram que esta não tem a mesma distribuição nos distintos perfis de solos. Mesmo o húmus não apresenta a mesma natureza nos dois casos, sendo normalmente reduzido à metade na serrapilheira da capoeira, além de apresentar um pequeno teor de ácido húmico.

Quanto aos teores de C e N, vários autores observaram a tendência de elevação desses elementos quando se passa da floresta para pastagens já implantadas (FEIGL, 1994). O estudo de ultissolos da região de Ouro Preto D'oeste (RO), efetuado por CERRI et al. (1992), mostrou um acúmulo de $14,4 \text{ t C} \cdot \text{ha}^{-1}$ na camada de 0-20 cm, numa pastagem implantada há 20 anos. CHONÉ et al. (1991) relatam um aumento (em relação à floresta) de $28 \text{ t C} \cdot \text{ha}^{-1}$ na camada de 0-30 cm de um solo com pastagem de 8 anos na região de Manaus/AM, ao passo que o teor de N-total passou de 3,0 para $4,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Quanto à Amazônia, constatou-se que, apesar da grande exuberância na vegetação, ela está estabelecida sobre solos pobres em nutrientes minerais, ficando sua manutenção na dependência da ciclagem dos nutrientes contidos na biomassa vegetal, ou seja é por intermédio da decomposição da matéria orgânica que os nutrientes passam ao meio biótico (GERALDES, 1993).

NASCIMENTO et al. (1993) observaram que em condições de cerrado a remoção da cobertura vegetal promoveu uma significativa redução na fração orgânica do solo, em comparação a solos análogos sob pastagens.

3.3.4. Carbono orgânico e relação C/N

O carbono está essencialmente incluído na maioria dos processos vitais, e representa, de maneira geral, 44% da matéria seca do tecido vegetal (BRADY, 1989).

As variações no conteúdo de carbono na superfície do solo, em função do manejo, foram avaliados por diversos autores. MORAES (1991) mostrou que o conteúdo de carbono e nitrogênio nos solos da Bacia Amazônica estão concentrados, principalmente, na camada entre 0 e 20 cm, significando que 45,6% do C estocado estão nos primeiros 100 cm de solo, e que o nitrogênio dos primeiros 20 cm representa 41,8% do total estocado. Isso implica dizer que os mesmos são bastante vulneráveis ao cultivo, por estarem concentrados na camada mais superficial do solo. Resultados diferentes foram obtidos por GREELAND & NYE (1959), que concluíram que na maioria das regiões florestadas a decomposição da matéria orgânica não muda significativamente depois da retirada da vegetação, não provocando um distúrbio muito grande ao solo.

Em termos quantitativos, FEARSIDE (1990) estimou em 65,1 bilhões de toneladas métricas de carbono o estoque representado pela biomassa acima e abaixo da superfície do solo, mais a camada superficial de 20 cm da região Amazônica, como um todo. Este valor reduzir-se-ia a 5,2 bilhões de toneladas métricas, se toda a área fosse convertida em pastagens com as características atuais. Tais dados são hoje revistos e diversos autores (CHONÉ et al., 1991, CERRI et al. 1992) têm demonstrado que a implantação de pastagem pode não só recuperar os teores de carbono do solo aos níveis de quando sob floresta, mas também, em alguns casos, superá-los.

No aspecto qualitativo, a taxa de mineralização da matéria orgânica depende das condições de aeração, temperatura e umidade do solo, além das propriedades químicas dos tecidos vegetais frescos, tais como a concentração de macronutrientes (principalmente relação C/N) e o índice lignocelulósico (FEIGL, 1994). A incorporação dos restos vegetais às frações granulométricas do solo ocorre de forma diferenciada, sendo que o material mais fresco está associado às frações mais grosseiras (areia) e o mais decomposto àquelas mais finas (argila), refletindo tanto o grau de humificação quanto a susceptibilidade à decomposição pela biomassa microbiana.

A relação Carbono/Nitrogênio é usualmente utilizada para indicar o estado de decomposição da matéria orgânica do solo (BUCKMAN & BRADY, 1989). Quanto maior a quantidade de nitrogênio presente no resíduo original, maior será a possibilidade de acúmulo de carbono organicamente combinado.

Segundo MELO (1994), uma alta relação C/N na matéria orgânica do solo é fator importante sobre vários aspectos, sendo que uma adição de resíduos com relação C/N alta eleva a competição pelo nitrogênio disponível entre os microrganismos e as plantas, enquanto resíduos com relação C/N baixa (leguminosas) podem favorecer o desenvolvimento das plantas, por maior desenvolvimento microbiológico no processo de decomposição, implicando maior quantidade de N mineralizado.

Em condições naturais, existe uma proporção bastante definida entre o húmus e o carbono adicionado anualmente ao solo pelos resíduos de sua cobertura vegetal; na prática, esta proporção diz respeito não só à disponibilidade de nitrogênio do solo, mas também à manutenção da matéria orgânica. Por outro lado, a relação C/N fornece indicações quanto à riqueza em nitrogênio e ao estado de decomposição da matéria orgânica sob determinada condição climática (MIYASAKA et al., 1983).

A relação C/N das diferentes frações da matéria orgânica do solo varia em função dos graus de evolução e decomposição do material (polimerização ou mineralização), sendo que em um solo com os componentes húmicos em via de polimerização o teor de nitrogênio aumenta na humina e diminui no ácido fúlvico, enquanto que em condição de mineralização, aumenta na fração ácido fúlvico e diminui na humina (MELO, 1978).

3.3.5. O nitrogênio no solo.

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza, estimando-se que, em volume, ele constitua cerca de 78% dos gases da atmosfera, e que sobre a superfície de 1 ha de terra e água existam, superficialmente, em torno de 242 000 t do elemento. Além disso, é um componente importante de muitos compostos essenciais aos processos de crescimento vegetal, como da clorofila e de muitas enzimas (MELLO et al., 1988).

Nos solos minerais existem três formas principais do elemento: o nitrogênio orgânico, associado à fração húmica do solo, o nitrogênio amoniacal, fixado por certos minerais argilosos, e o amônio inorgânico solúvel e compostos de nitratos.

A maior parte do nitrogênio do solo acha-se associado à matéria orgânica, onde está protegido contra a rápida liberação microbiana, sendo que apenas 2 a 3% são mineralizado anualmente, sob condições normais. Do nitrogênio orgânico, cerca de metade acha-se sob a forma de amino compostos, com a forma restante indefinida (BRADY, 1989).

Os teores de N-total e das diferentes formas de nitrogênio do solo variam em função de uma série de fatores, destacando-se o clima, a vegetação, a topografia, o material de origem, a idade (do solo), o pH, a atividade microbiana, as propriedades físicas do solo e o seu manejo (MELO, 1974). Este último é de grande importância no conteúdo das formas de nitrogênio, cujos teores em solos virgens de regiões tropicais úmidas tendem a cair rapidamente, quando se processa seu cultivo, sendo tal decréscimo mais intenso em cultivos intensivos, intermediário no caso de cereais e menor para leguminosas e pastagens (STEVENSON, 1982).

De acordo com MELLO et al. (1988), quando um solo virgem é posto sob cultivo estabelece-se uma nova ordem de condições que, regra geral, resulta numa queda do teor de nitrogênio. Esta, além de mais intensa nos primeiros anos, é contínua, até que se estabeleça novo equilíbrio entre adições e perdas. Segundo os mesmos, após o início do cultivo do solo em condições de clima temperado, o novo teor de equilíbrio de nitrogênio apenas é alcançado em 60-100 anos; já em regiões de climas tropical e subtropical esse tempo deve ser bem menor.

CERRI (1989), trabalhando em Latossolo Amarelo na região de Manaus, quantificou o conjunto total de Carbono dos primeiros 20 cm do solo como sendo de 90

ton/ha, confirmando, portanto, que o C e o N são bastante vulneráveis ao cultivo, por estarem concentrados na camada mais superficial do solo.

3.3.6. Natureza dos agregados

Agregados são componentes estruturais dos solos, formados pela união de partículas ditas unitárias (areia, silte e argila) por agentes cimentantes (colóides minerais e orgânicos), numa determinada organização que define a estrutura do solo. A forma, tamanho e grau de estruturação vai depender da intensidade com que tais partículas são agregadas (GROHMANN, 1960). A vulnerabilidade do solo à lixiviação, à erosão e a outros impactos está intimamente relacionada à sua estrutura, espelhando os impactos positivos ou negativos das práticas de manejo adotadas.

Diversos constituintes orgânicos e inorgânicos participam da união das partículas do solo, em função das quais são formados os agregados com maior ou menor estabilidade em água; polímeros orgânicos, óxidos de ferro, de alumínio e de manganês e minerais de argila podem ser citados como exemplos. Além disso, a importância relativa dessas substâncias agregantes varia muito e depende das condições ambientais sob a qual os agregados são formados (HARRIS et al., 1966).

CHESTERS et al.(1957) investigaram o efeito dos argilominerais, dos óxidos de ferro, da matéria orgânica e dos polissacarídeos na agregação de quatro tipos de solos. Dos resultados obtidos, o mais importante efeito agregante, em geral, foi desempenhado pelos polissacarídeos, com o comportamento da matéria orgânica muito dependente do conteúdo destes, além de intimamente associada à atividade microbiana do solo. Comparativamente, o efeito dos argilominerais, por si só, foi mínimo, exceto nos solos com elevado teor de argila, enquanto que os óxidos de ferro mostraram um acentuado efeito na agregação, com tendência a serem mais ativos na formação de agregados menores. BAVER et al. (1972) citam que somente o material orgânico, sem transformação biológica, não tem qualquer efeito sobre a estrutura do solo. Os microrganismos do solo participam da agregação, aproximando as partículas e produzindo polissacarídeos e outras substâncias orgânicas, que atuam como goma ou cimento. O primeiro mecanismo de aproximação constituiria os agregados e o segundo dar-lhes-ia estabilidade.

BATES (1984) afirma que a agregação das camadas superiores de um solo sob floresta é altamente função da ação da matéria orgânica, sendo que em subsuperfície, com o decréscimo do húmus, os óxidos de ferro é que vão atuar marcadamente nesse processo. MBAGWU (1991), trabalhando na Nigéria, observou que a cobertura morta aumentou o percentual de agregados estáveis em água, devido à proteção dada contra os impactos das gotas de chuva, bem como ao rápido secamento. TISDALL & OADES (1980) citam que hifas de fungos e atividades de raízes são importantes na agregação de partículas com diâmetro superior a 2,0 mm; as fibrilas e os flagelos de microrganismos, por tratarem-se de constituintes de menores dimensões, atuam na estabilização de microagregados.

O cultivo acarreta uma diminuição no teor de matéria orgânica do solo, em função de sua exposição e conseqüente oxidação; logo, a estabilidade dos agregados existentes na camada superficial do solo tende a diminuir (FORTUN & FORTUN, 1989). RANDO (1981), trabalhando com um Latossolo Roxo no município de Lavras, Minas Gerais, acusa o efeito negativo do cultivo na estabilidade de agregados, em solos sob práticas convencionais por mais de 10 anos. Da mesma forma, MORAES (1984), estudando características físicas de um Latossolo Vermelho Escuro muito argiloso sob cerrado, mostrou que o solo não cultivado, utilizado como referência, apresentou maior porcentagem de agregados superiores a 2 mm de diâmetro. Em cana-de-açúcar, mesmo com a incorporação da vinhaça, os agregados são menores e menos estáveis à ação da água do que sob eucalipto e cerradão (LONGO et al., 1996).

MELO & SILVA (1995), comparando solo sob cerrado a áreas de pastoreio, observaram que o sistema de manejo adotado na pastagem promoveu alterações nas propriedades físicas e no conteúdo de matéria orgânica. A compactação provocada pelo pastejo dos restolhos e a redução da matéria orgânica influenciaram negativamente as propriedades do solo, aumentando a densidade, diminuindo o tamanho dos agregados estáveis em água e a macroporosidade .

GUPTA & GERMIDA (1988), trabalhando com solos chernozêmicos, muito ricos em matéria orgânica, observaram uma redução dos agregados nos solos cultivados, por comparação àqueles sob vegetação nativa. Observaram também que existe uma forte relação entre o tamanho dos agregados e a biomassa microbiana do solo, sendo os microagregados mais ricos em C, N e S microbianos do que os macroagregados.

A partir do estudo de 90 solos da Galícia (Espanha), BENITO RUEDA & DIAS-FIERROS VIQUEIRA (1989) estabeleceram o nível crítico de 4% de matéria orgânica como sendo o mínimo necessário à conservação da estrutura, abaixo do qual a erosão ocorreria de maneira intensa (abaixo de 8 a 10% de carbono já foram notadas importantes perdas de solo).

KEMPER & CHEPIL (1965) observaram que o principal fator que determina a distribuição por tamanho e a resistência dos agregados do solo é a maneira como a amostra é rompida. ANGULO et al. (1984), por sua vez, relataram que a determinação da estabilidade de agregados em laboratório deve utilizar forças de desintegração da massa semelhante àquelas existentes no campo, concluindo que o método mais adequado parece ser o peneiramento em água das amostras de solo com sua estrutura natural (indeformada).

3.3.7. Influência da textura

A textura do solo é uma resposta à proporção relativa entre os diferentes grupos de partículas primárias existentes no solo (areia, silte e argila), e é avaliada pela análise granulométrica, que permite classificar os componentes sólidos em classes de diâmetros; dentre essas, as partículas de uma mesma classe de diâmetro podem apresentar estrutura e composição química diferentes, variando também em tamanho e forma e podendo ainda ser cristalinas ou amorfas (KIEHL, 1979), de modo a influenciarem o comportamento dos agregados do solo, ou seja, sua estrutura.

A textura é uma das características mais estáveis do solo, pouco sujeita a modificações causadas pelo manejo, mesmo na camada superficial (BUCKMAN & BRADY, 1989). Segundo FERNANDES et al. (1983), a textura só pode ser alterada nesta camada por efeito de erosão eólica e/ou da aplicação maciça de fertilizantes e de calcário.

A análise textural pode apresentar subestimadas as frações argila e silte, em função da formação de pseudo-partículas (pseudo-silte e pseudo-areia) decorrentes de microagregações das partículas unitárias, pela ação de agentes cimentantes, como sesquióxidos de ferro e componentes orgânicos, além da própria argila (VERHEYE, 1984). Na análise textural normalmente computa-se também a matéria orgânica, que é relativamente instável, junto com as frações minerais do solo. Por isso, tal efeito é mais intenso em solos argilosos e ricos em sesquióxidos de ferro, como o Latossolo Roxo

(ESPINDOLA & GALHEGO, 1981) ou o Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa, sendo que FERNANDES (1993) verificou que os solos sob mata apresentavam maiores valores de pseudo-partículas do que os cultivados.

3.4. INTERAÇÕES MATÉRIAS HÚMICAS E MINERAIS

Comportamentos importantes dos solos estão diretamente relacionados à presença de substâncias húmicas, consideradas como biogeopolímeros amorfos, tendo sido alguns dos efeitos de suas interações nas propriedades do solo estudadas por diversos autores, embora com pouca intensidade nas condições brasileiras.

Nos solos tropicais, onde a fração mineral apresenta reduzida capacidade de reter e trocar cátions, a capacidade de troca catiônica (CTC) de frações isoladas do húmus, originadas das cargas negativas dos grupos carboxílicos e fenólicos, exerce importante papel, ao se considerar um átomo de hidrogênio ionizável e um alto grau de subdivisão das frações do húmus, conferindo uma elevada superfície específica (STEVENSON, 1982). A degradação da matéria orgânica representa uma perda na capacidade de troca; esta, por sua vez, depende tanto mais da fração orgânica quanto mais arenoso for o solo (FERREIRA, 1997). RAIJ (1991) mostra que para os Latossolos e solos Podzólicos do Estado de São Paulo, a contribuição da matéria orgânica na troca de cátions nos horizontes A2, A3, B1, B2 e B3 (E, AB, BA, B1 e B2) foi, respectivamente, 74, 58, 47, 20 e 25 %, indicando uma correlação entre a CTC e o teor de carbono das frações orgânicas.

Pelas suas propriedades coloidais, as substâncias húmicas estabelecem ligações com as substâncias minerais, sendo a adsorção de cátions das argilas feita por meio de ligação eletrostática, estabelecida por troca catiônica na interface argila/solução. Além disso, os sítios funcionais mais frequentes dos compostos húmicos são aniônicos e a ligação entre estes e a argila geralmente é efetuada por ponte de hidrogênio e/ou por cátion de ligação. (FERREIRA, 1997).

Datações com radiocarbono têm indicado que os ácidos fúlvicos (AF) possuem considerável resistência à degradação biológica (DABIN, 1976; DESJADINS, 1991) e que, se os complexos por eles formados forem solúveis, podem deslocar-se dentro do solo. SCHNITZER (1969), investigando as reações entre os ácidos fúlvicos e os compostos inorgânicos do solo na formação de Podzóis, observou que o alumínio e o ferro revelaram-

se como sendo os cátions que, em contato com os AF, formavam complexos mais estáveis, quando comparados àqueles decorrentes da união com cátions bivalentes; em concentrações mais baixas esses complexos pseudo-solúveis podem migrar.

Dessa forma, a solubilidade das frações orgânicas está relacionada aos elementos complexantes da fração mineral; isoladas, são de algum modo, solúveis em água, pois não se precipitam, havendo carência de elementos complexantes e formando, assim, complexos pseudo-solúveis (SCHNITZER 1982).

A interação/agregação entre as partículas orgânicas, os minerais e os íons permite a floculação de complexos argilo-húmicos, estáveis ou não; se estáveis, ocorrerá a formação de unidades estruturais que comporão um solo poroso, com importantes efeitos sobre a circulação da água, de gases e do enraizamento das plantas. Além disso, a estabilidade dos agregados tem papel decisivo na circulação vertical da água, pois caso esta torne-se reduzida, a circulação lateral aumentará proporcionalmente, resultando em uma erosão mais acentuada do solo.

Em solos tropicais o húmus é indicador do nível de fertilidade do solo, e sua ausência é sinônimo de pobreza. Isto é verdadeiro na zona tropical úmida, onde o carbono orgânico está principalmente concentrado nos primeiros centímetros do solo (CERRI & VOLKOFF, 1988; DESARDINS, 1991). LEPRUN (1985 e 1988), estudando solos brasileiros, observou correlações altamente significativas entre as características físicas, as taxas de matéria orgânica, as perdas de água e a produtividade.

COELHO et al. (1992), estudando as alterações na matéria orgânica de um Latossolo sob cerrado, submetido a diferentes sistemas de manejos, mostraram que o cultivo aumentou a proporção das frações menos polimerizadas. Trabalhos produzidos, tanto no Brasil como na África Tropical, mostram que a passagem de formas de húmus menos polimerizadas, que não se precipitam em meio básico e em meio ácido, coincide com a degradação da estrutura (FELLER, 1977; DESJARDINS, 1991, MENDONÇA, 1994).

Percebe-se, portanto, que o teor de matéria orgânica é de vital importância para um grande número de características de solo; entretanto, mais importante ainda é o tipo de fração que predomina ou as proporções entre as diferentes frações da mesma (FERREIRA, 1986).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

5.1. AMOSTRAGEM ADOTADA PARA A COLETA DOS SOLOS

Foram selecionadas áreas de vegetação primária e de pastagem, coletando-se as amostras ao longo de uma transeção, contendo 24 pequenas trincheiras de 60 cm de profundidade, espaçadas de 10 em 10 metros (12 sob pastagem e 12 sob vegetação natural), em decorrência de recomendações sugeridas por SPAROVEK (1993), para situações análogas, conforme esquema da FIGURA 8.

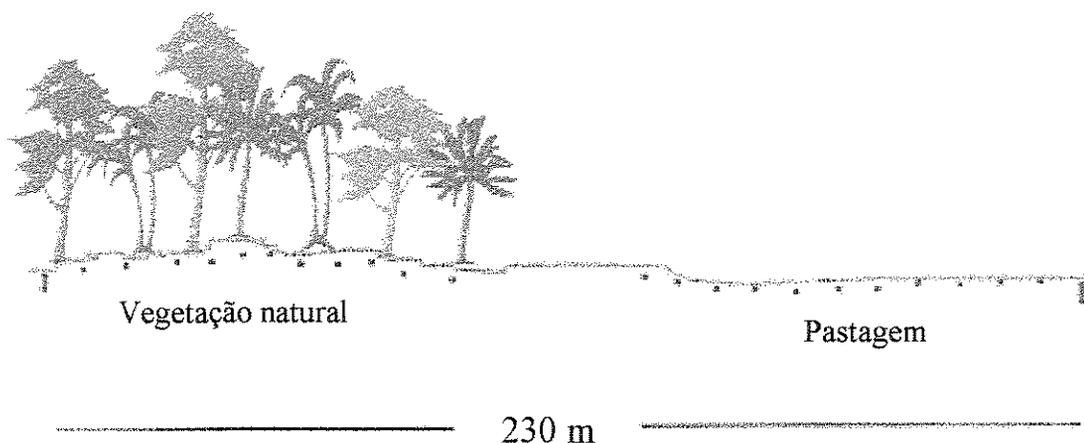


FIGURA 8 - Esquema de amostragem utilizado para a coleta de dados

Como não se dispunha de informações prévias sobre a variabilidade dos atributos de interesse na área em estudo, o número de amostras coletadas e a distância entre os pontos de coleta foram determinados em função dos dados existentes na literatura e dos recursos financeiros e humanos disponíveis. Quanto às repetições, estabeleceu-se que seriam tomadas ao longo da própria transeção, sendo que cada 3 pontos seqüenciais de amostragem constituiu uma parcela, com 3 repetições. Ressalte-se que, caso fosse estabelecido uma outra transeção dentro da mesma área, esta não poderia ser tomado como repetição, mas como um novo experimento, em

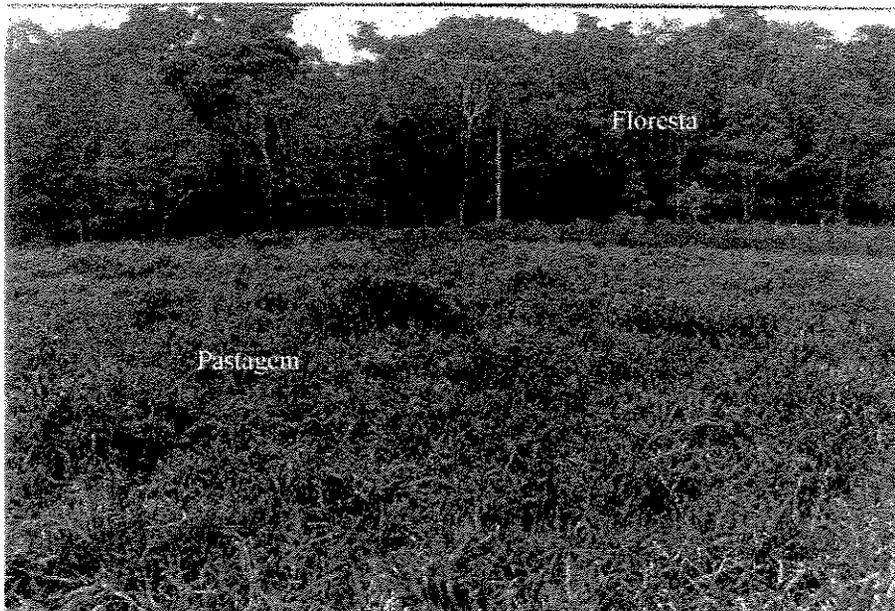


FIGURA 4 - Seqüência pasto/floresta na região de Porto Velho/RO

As amostragens na área do Cerrado foram realizadas em terras da Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), no município de Senador Canedo, nas proximidades de Goiânia/GO, sob seqüência pasto/cerrado (FIGURA 5). A região pode ser enquadrada, num caráter macro, no tipo climático Aw (tropical estacional quente e úmido) da classificação de Köppen. A temperatura, de maneira geral, varia pouco durante o ano (20 - 26° C); por outro lado, verifica-se grande variação tanto na precipitação média anual, quanto na distribuição das chuvas, sendo que a maior parte da região é caracterizada pela ocorrência de uma estação chuvosa (novembro a abril) e outra seca (maio a outubro), com 80% das chuvas caindo no período chuvoso. Quanto ao solo, a maior parte é da categoria dos Latossolos argilosos, destacando-se o Latossolo Vermelho-Amarelo, o Latossolo Vermelho Escuro e o Latossolo Roxo (KER et al, 1990); a vegetação, em sua maior parte, é do tipo cerrado aberto, isto é, arbustos e árvores mais estrato herbáceo.

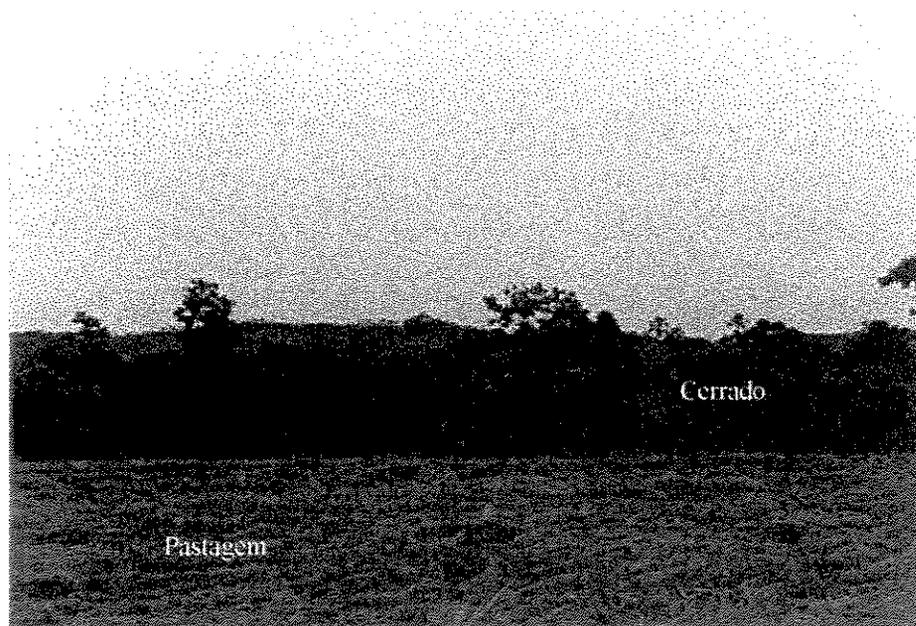


FIGURA 5 - Sequência pasto/cerrado na região de Senador Canedo/GO.

4.1. PADRÕES DE VEGETAÇÃO NATURAL E DE USO AGRÍCOLA

4.1.1. Região da Amazônia (Porto Velho/RO)

Pertence à região fitogeográfica da floresta equatorial amazônica, com alguns detalhes ilustrados na FIGURA 6, cuja vegetação nativa é floresta que apresenta árvores de porte médio e grande variação de espécies botânicas, salientando-se as de maior porte como: seringueira (*Hevea* sp), "louro" (*Ocotea* sp), Itauba amarela (*Silvia itauba*), Tachi (*Tachygalia paniculata*), Envira (*Sterculia pruniens*), breu branco (*Prothum hepattaphyllum*), breu preto (*Protium* spec), acahiquara (*Minquantia guyanensis* aubl), Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) e cedro vermelho (*Cedrela* spec) etc.

As observações de campo atestam que no sub-bosque há notável ocorrência de palmeiras em vários estádios de crescimento, tais como o açaí sem touceira (*Euterpe precatoria*) e a tucumã (*Astrocarium* sp). Ainda como característica de vegetação, há abundância de cipós, frequência de plantas mirmeecófilas e um grande número de epífitas, atestando observações procedidas por SILVA et. al. (1978).

No caso da pastagem, o histórico da região demonstra que a área em estudo foi desmatada para a implantação do Centro de Estudo, antiga UEPAE - Porto Velho, em meados de 1978; com o decorrer dos anos, tornou-se “capoeira”. A partir de setembro/outubro de 1984 a pastagem foi recuperada, sendo formada com brizantão (*Brachiaria brizantha*) e com o emprego de um trator de pneus para limpeza e aração.



FIGURA 6 - Floresta tropical úmida típica da região de Porto Velho/RO

4.1.2. Região do Cerrado (Goiânia/GO)

Segundo MAGNAGO et al. (1983), a vegetação da área amostrada pode ser classificada como uma Savana Arbórea Aberta (campo cerrado), caracterizada por ser uma formação subclímax, com pequenas árvores esparsas entre 2 a 5 metros de altura, espalhadas, bastante tortuosas e dispersas sobre um tapete contínuo de hemicriptófitas, intercaladas por algumas plantas arbustivas baixas e outras lenhosas rasteiras, geralmente providas de xilopódios. Confirmando tais constatações, foram encontradas as seguintes espécies: pau-terra-folha-larga (*Qualea grandiflora*), pau-terra-folha-miúda (*Qualea parviflora*), jacarandás (*Machaerium* spp. e *Dalbergia* spp.), jatobás (*Hymenaea* spp.), *Anona* spp. (araticuns), lixeira (*Curatella americana*), *Bauhinia* spp. (unha-de-vaca) e muitas outras, conforme se pode observar na FIGURA 7.



FIGURA 7 - Vegetação de Cerrado na região de Goiânia/GO.

A área de pastagem implantada em meados de 1975 na EMGOPA, no município de Senador Canedo/GO, substituiu a área de cerrado anteriormente existente. O manejo adotado variou durante os últimos 20 anos, sendo que em algumas épocas houve o plantio intercalado de leguminosas e capim; na época da

amostragem a pastagem era formada por *Brachiaria decumbens*, replantada há pouco tempo.

4.2. DADOS CLIMÁTICOS

Os dados apresentados no QUADRO 5, relativos à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura média mensal (média dos últimos 5 anos), na área de Porto Velho/RO, foram obtidos junto à EMBRAPA/CPAF/RO .

QUADRO 5 - Dados climáticos da região de Porto Velho (RO) - média dos últimos cinco anos.

	ANO(*)					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
PRECIPITAÇÃO (mm) Total anual	2200	2020	2300	2600	2700	1500
UMIDADE DO AR (%) Média mensal	84	83	84	91	92	93
TEMPERATURA (° C) Média mensal	27	27	26	26	26	26

(*) Dados obtidos de janeiro a setembro de 1995

No QUADRO 6 estão representados os dados relativos à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura média mensal (médias dos últimos 5 anos) da região de Goiânia /GO, sendo estes obtidos junto à EMGOPA/GO.

QUADRO 6 - Dados climáticos da região de Goiânia/GO - média dos últimos cinco anos.

	ANO (*)					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
PRECIPITAÇÃO (mm) Total anual	1160	1500	1940	1460	1700	645
UMIDADE DO AR (%) Média mensal	68	68	74	70	66	59
TEMPERATURA (° C) Média mensal	22	22	22	22	25	22

(*) Dados obtidos de janeiro a setembro de 1995

De acordo com o observado, nota-se que a região de Porto Velho/RO apresenta, em média, uma precipitação de 2300 mm nos 5 anos estudados, sendo este

valor bem superior ao encontrado na região de Goiânia/GO (1500 mm). Para o cerrado, observa-se também um período seco prolongado, estendendo-se de maio a outubro, chegando, em alguns anos, a apresentar precipitação mensal próxima a 0 mm. Já na região Amazônica, o período de chuvas estende-se de setembro à março. A umidade do ar é próxima a 88% na região Amazônica e 70% no cerrado, com temperaturas médias anuais de 27° C e 22° C, respectivamente.

Essas diferenças marcantes nos parâmetros de clima, nas duas regiões estudadas, podem promover sensíveis modificações nos parâmetros do solo.

4.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

4.3.1. Região Amazônica (Porto Velho/RO)

O mapa geológico (MELO et. al., 1978) assinala para as cercanias da área de trabalho a presença de materiais do cenozóico (Terciário-Quaternário) cuja litoestatigrafia é representada pela Formação Solimões, apresentando as seguintes litologias: arenitos, siltitos, argilitos interdigitados; conglomerados ocasionais; lentes e veios gipsíferos e calcíferos, linhito e xilito; depósitos fluviais de cobertura, elúvios e colúvios. No local de amostragem os materiais de cobertura são argilosos, acompanhados de grande quantidade de concreções ferruginosas.

Geomorfologicamente, essa área faz parte da “Planície Amazônica (MELO et al., 1978), composta por três subunidades, em função dos níveis topográficos existentes e de suas peculiaridades - fisionomia de relevo. Dessas, interessa-nos sobretudo, a faixa de Transição em Superfície Pediplanada e Áreas Dissecadas.

4.3.2. Região do Cerrado (Goiânia/GO)

O mapa geológico (MAMEDE et al., 1983) assinala para as cercanias da área de estudo a presença de matérias do Pré-Cambriano (Proterozóico Médio/Inferior), cuja litoestigrafia, representada pelo grupo Araxá, apresenta-se com as seguintes litologias: gnaisses; anfibólitos xistos; micaxistos e micaxistos feldspáticos com

granada, cianita, estaurolita, epidoto e calcita; talco, xistos; anfibolitos, quartzitos; quartzoxistos; mármore; metavulcânicas/ácidas e metaultramáficas.

No que concerne particularmente à área de trabalho, situada na EMGOPA (Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária), no município de Senador Canedo, há a predominância de coberturas detríticas cenozóicas (Terciário/Quaternário), constituídas por materiais inconsolidados argilosos e/ou argilo-arenosos. Análises no local de amostragem indicam que, no caso, essas coberturas são argilosas.

Geomorfologicamente, essa área faz parte do “Planalto Central Goiano” (MAMEDE et al., 1983), que constituiu um proeminente conjunto morfológico talhado sobre rochas cristalinas. Esse conjunto é composto por quatro subunidades, em função dos níveis topográficos existentes e de suas peculiaridades - fisionomia do relevo. Dessas, interessa-nos, sobretudo, o “Planalto Rebaixado de Goiânia”, que compreende um vasto planalto rebaixado e dissecado, esculpido naquelas litologias mencionadas; constitui a porção mais rebaixada do grande planalto cristalino, com altitudes entre 450-850 metros.

4.4. SOLOS

4.4.1. Região Amazônica (Porto Velho/RO)

Nas cercanias da área selecionada para o estudo predominam os solos da classe taxômica Podzólico Vermelho-Amarelo álico (PVA), ocorrendo, em menor extensão, manchas de laterita associadas a outros diferentes tipos de solo.

Entretanto na área da EMBRAPA/RO, segundo levantamento feito por PEREIRA FILHO (1997), ocorre o Latossolo Vermelho-Amarelo concrecionário textura argilosa, com teores de Fe_2O_3 próximos a 7% apresentando alta concentração de concreções, ocupando um volume de mais de 30% da massa do solo, a uma profundidade inferior a 30 cm, acarretando uma diminuição significativa do volume real da terra.

Esse tipo de solo pode ser originário da decomposição de rochas do Pré-Cambriano e de sedimentos argilosos cenozóicos, ocorrendo em áreas de relevo suave ondulado a forte ondulado, associados ao Latossolo Vermelho-Amarelo álico, Podzólico Vermelho-Amarelo álico e Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário, sob vegetação de Floresta Aberta e Floresta Densa.

A elaboração de superfícies pediplanadas (Ep) é própria de um clima com estação seca pronunciada, indicando maior extensão de um clima mais seco em época anterior, no qual foram elaborados os relevos já definidos. Essa situação de discordância entre as formas de relevo e o clima atual também é indicativo de que o clima úmido que domina na área ainda não teve tempo de imprimir suas características às formas de relevo herdadas de um domínio morfoclimático em Planaltos de Depressões Dissecadas e Superfícies Pediplanas, onde as formas herdadas ocorrem com maior frequência, pode ter tipo como um Dominio Florestal.

4.4.2. Região do Cerrado (Goiânia/GO)

Associados aos aspectos caracterizados (litologias, formas de relevo, clima e vegetação), distribuem-se os solos, que na área selecionada para o estudo são de classe taxonômica Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa e muito argilosa, com teores de Fe_2O_3 próximos a 9% de acordo com o trabalho de OLIVEIRA & FRAGA (1995), elaborado na área da pesquisa.

Segundo MAMEDE et al. (1983), essa unidade de mapeamento ocorre genericamente em coberturas terciárias e em setores localizados de rocha do Grupo Araxá, onde predominam solos Podzólicos. Comentam os autores que esses Latossolos predominam nas referidas coberturas detriticos lateríticas que se sobrepõem às litologias pré-cambrianas truncadas por mecanismos erosivos. Eles são considerados como tendo pequena suscetibilidade erosiva, tendo se desenvolvido, generalizadamente, sobre os chapadões divisores capeados por sedimentos terciários. Na área da amostragem, a FUNDAÇÃO IBGE (1994) consigna a unidade Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado textura argilosa, relevo suave ondulado.

Revelam a presença de um horizonte B muito espesso, rico em minerais 1:1 (caulinita) ligados aos óxidos (de ferro e alumínio, principalmente), com uma estrutura microagregada ou microgranular (granular muito pequena), que macroscopicamente tem aspecto maciço poroso, que lhe confere alta porosidade e baixa erodibilidade, quando a textura é argilosa.

4. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas estudadas fazem parte de dois dos mais importantes ecossistemas brasileiros, a Floresta Amazônica e o Cerrado, que apresentam peculiares características de vegetação, de solo e de clima, e que há muito vêm sendo degradadas pela ação antrópica (FIGURA 3).



FIGURA 3 - Localização das áreas estudadas

As amostragens na Região Amazônica foram realizadas em áreas de investigação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) no Município de Porto Velho/RO, numa seqüência pasto/floresta. (FIGURA 4).

O Estado de Rondônia, localizado na Bacia Amazônica brasileira, é uma das fronteiras agrícolas mais importantes do País, sendo que 16,1% da floresta original havia sido derrubada até o ano de 1991 (FEARNSIDE, 1990). Deste total, 23% (cerca de 880.000 ha) haviam dado lugar a pastagens (FUNDAÇÃO IBGE, 1994), tornando esse tipo de uso da terra o mais comum nesta região. A temperatura média anual da região é de 25,5°C, com uma precipitação de 2200 mm, com um período de seca durante os meses de maio a setembro. A vegetação natural predominante é classificada como "floresta tropical".

virtude da grande variabilidade espacial existente dentro de ecossistemas complexos como as florestas.

As amostras foram retiradas dos horizontes superficiais e subsuperficiais, e em cada ponto de coleta, nas pequenas trincheiras referidas (FIGURA 9), foram estabelecidas observações sumárias das condições apresentadas para uma sucinta descrição. Nas extremidades foram abertas trincheiras de aproximadamente 160 cm de profundidade (perfis verticais), para descrições morfológicas, conforme os procedimentos contidos em LEMOS & SANTOS (1996).

As amostras para análise de agregados foram retiradas, transportadas e armazenadas de modo tal que os torrões permanecessem o máximo possível intactos, conservando a umidade natural. Estas foram retiradas apenas do horizonte superficial, em ambos os locais de amostragem, sob vegetação natural e sob pastagens, de especial interesse aos propósitos do presente trabalho, especialmente em função da matéria orgânica e suas relações com a agregação (BATES, 1984)



FIGURA 9 - Trincheiras abertas em cada ponto de amostragem

Para as análises químicas e bioquímicas, as amostras foram retiradas com o auxílio de uma pá e acondicionadas em sacos de polietileno; uma vez no laboratório, foram postas ao ar para secagem e passadas em peneira de 2mm de malha, obtendo-se

a terra fina seca ao ar (TFSA). Nesta coleta, as amostras foram retiradas dos horizontes superficiais e subsuperficiais, com a finalidade de acompanhamento da possível movimentação dos constituintes orgânicos em tais horizontes dos solos, onde alguns processos podem ser mais intensos.

5.2. ANÁLISE DOS DADOS

Para análise dos dados foram determinados os valores médios, as medidas de variabilidade (desvio padrão, variância, coeficiente de variação e coeficientes de assimetria e curtose) e as correlações existentes entre as frações orgânicas e inorgânicas do solo.

As três repetições de cada parcela foram comparadas pela análise de variância (teste F), enquanto a comparação das médias foi feita pelo teste Duncan com 5% de significância.

As análises de variância foram realizadas em esquema de parcelas subdivididas, visando verificar a ocorrência ou não de diferenças significativas entre as parcelas (vegetação natural e pastagem) e entre as subparcelas (posição de amostragem).

5.3. ANÁLISES DE LABORATÓRIO

As análises da distribuição e estabilidade dos agregados em água e da granulometria foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP; as relativas ao complexo trocável foram elaboradas no Laboratório de Fertilidade da ESALQ/USP e as demais (fracionamento da matéria orgânica, carbono orgânico e nitrogênio total) no Laboratório de Bioquímica do Solo da UNESP/Jaboticabal. A metodologia adotada é descrita abaixo:

5.3.1. Análise granulométrica

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, descrito em KIEHL (1979), promovendo-se a dispersão de 10g de TFSA em 50 mL de solução

dispersante (20g de NaOH em 5 litros de água destilada, mais 50g de hexametafosfato de sódio), com agitação rotacional a 30 rpm, em agitador Wieger, por 16 horas. Em seguida, a suspensão foi transferida para uma proveta graduada a 500 mL, passada por uma peneira com malha de 0,053 mm e o volume completado com água destilada. O material retido na peneira foi lavado, seco e pesado, correspondendo à areia total (AT), enquanto que na suspensão do solo foram determinados os teores de argila e silte fino por pipetagem; a porcentagem de silte grosso, por sua vez, foi determinado por diferença. A fração areia também foi passada por peneiras de 1,0, 0,50, 0,25, 0,125 e 0,053 mm, para a determinação das sub-frações: areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina.

5.3.2. Agregados

A análise da distribuição e estabilidade de agregados foi realizada segundo o Método de Avaliação de Porcentagem de Agregados - via úmida (KIEHL, 1979), pelo qual a amostra foi disposta no topo de um jogo de peneiras adaptado a um dispositivo mecânico, que efetua um movimento de oscilação vertical a 40 rpm, dentro de um recipiente contendo água, por 30 minutos.

Os diâmetros médios ponderados foram calculados obtendo-se, desta maneira, agregados com diâmetros entre 6,35 - 2,00 mm; 2,00 - 1,00 mm; 1,00 - 0,50 mm e 0,25 - 0,125 mm e menores que 0,125 mm.

Para as amostras coletadas na Floresta Amazônica, onde o solo mostrou elevada porcentagem de cascalho, as análises foram procedidas da mesma forma acima descrita, com subtrações da porcentagem de cascalho antes, para o cálculo diâmetro dos agregados.

5.3.3. Fertilidade

As amostras de terra fina seca ao ar foram submetidas a análises químicas, determinando-se: o pH (CaCl_2); o teor de matéria orgânica por oxidação pelo H_2SO_4 e por quantificação colorimétrica; o fósforo disponível (P) e teores de potássio (K),

cálcio (Ca) e magnésio(Mg), extraídos pela resina de troca iônica, sendo o P quantificado por colorimetria e o K, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica; o teor de alumínio (Al) extraído pelo KCl 1N e determinado por titulação ácido-base; os valores de T = capacidade de troca de cátions e V = saturação por bases, foram obtidos por cálculos. Uma descrição mais detalhada dos métodos analíticos empregados pode ser vista em RAIJ et al (1987).

5.3.4. Nitrogênio Total

O N-total foi determinado pelo método Kjeldahl, conforme descrito por FERREIRA et al. (1974) e MELO (1974), resumido da seguinte maneira:

Transferiu-se 1.0 g de TFSA para balão Kjeldhal de 100 mL, ao qual adicionaram-se 7.0 mL de mistura digestora e 5.0 mL de ácido sulfúrico concentrado; o conjunto foi levado a um microdigestor até o início do clareamento, ali mantido por mais 30 minutos; uma vez completada a digestão, transferiu-se o material para um balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume com água deionizada.

Para a destilação, tomou-se uma alíquota de 10 mL de sobrenadante, à qual foram adicionados cerca de 10 mL da solução de hidróxido de sódio 15N. Seguiu-se a destilação, sendo o destilado recebido em béquer de 100 mL, contendo 56 mL de solução de ácido bórico, tendo como indicadores vermelho de metila e verde de bromocresol; procedeu-se a titulação com solução padronizada de ácido sulfúrico 0.01 N.

5.3.5. Carbono Orgânico

Foi utilizado o método de Tiurin (oxidação por via úmida), conforme descrito em DABIN (1976):

Em erlenmeyer de 125 mL foram colocados 0,5 g de terra, 10 mL de solução de dicromato de potássio 2% e cerca de 0,02 g de sulfato de prata; em seguida, vedou-se a boca do erlenmeyer com papel alumínio e levou-se para fervura durante cinco minutos, em chapa aquecedora regulada para temperatura de 200-210°C.

Depois do aquecimento, deixou-se esfriar e adicionaram-se 80 ml de água deionizada, 2.5 ml de ácido ortofosfórico 85% e 1 mL de solução de difenilamida p.a.

Procedeu-se à titulação com solução de sulfato ferroso e amoniacal 0.2 N até que ocorresse a mudança da cor azul para verde escuro.

5.3.6. Relação C/N

Foi obtida através da relação entre o teor de Carbono orgânico e Nitrogênio total para cada amostra em estudo.

5.3.7. Fracionamento químico da matéria orgânica

Foi utilizado o método descrito em SCHINITZER (1982), assim resumido:

Em tubo de centrifuga de 250 ml foram colocados 10,0g de TFSA e 50 mL de água deionizada e levando-se a agitação por 30 minutos; em seguida procedeu-se à centrifugação por 15 minutos a 10.000 rpm, transferindo-se o sobrenadante (fração solúvel em água) para um balão volumétrico de 200mL. Ao tubo de centrifuga foram adicionado 100mL de uma solução de NaOH 0,1, levando-se a centrifugação por 10 minutos, a 8.000 rpm. Novamente o sobrenadante foi transferido para o balão volumétrico onde completou-se o volume com água deionizada.

O material que ficou retido no tubo da centrifuga foi removido para um vidro relógio e colocado para secar em estufa com circulação forçada mantida a 60°C; após seca, a amostra foi finamente moída em almofariz.

Da fração de matéria húmica foram tomados 100 mL, acidificando-se a pH 2, e colocados para centrifugar por 10 minutos a 5.000 rpm. O sobrenadante (ácido fúlvico) foi transferido para frasco de vidro de 150 ml, tampado e armazenado até o momento das análises.

Ao tubo de centrifuga foi adicionado 25 ml da solução de NaOH 0,1N, sendo o precipitado (ácido húmico) transferido para balão volumétrico de 50 ml e o volume completado com água deionizada.

Para a determinação do carbono nas frações da matéria orgânica do solo foi utilizado o método de oxidação via úmida. O método básico para todas as frações foi o mesmo, variando apenas a quantidade de amostra e seu preparo inicial.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. DESCRIÇÕES MORFOLÓGICAS

6.1.1. Região Amazônica (Porto Velho/RO)

Essa área compõe a “Planície Amazônica” (MELLO et al., 1988), e particularmente a faixa de Transição em Superfície Pediplana e Áreas Dissecadas.

Muitos dos aspectos, principalmente, o relevo, assemelha-se aos da região sob cerrado, porém aqui a laterização é um processo mais proeminente, por mostrar-se já à superfície dos terrenos, na forma predominante de concreções ferruginosas. Assim, esses solos muito evoluídos, latossolos argilosos profundos, são constituídos por importantes quantidades de concreções ferruginosas.

A descrição morfológica dos perfil de solo sob floresta é apresentada a seguir:

- 0 0-2 cm; constituído por serrapilheira decomposta ou parcialmente alterada.
- A1 2-8 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6); argiloso; granular, pequena, fraca e subangular, pequena, fraca, que às vezes se rompe em grãos simples, às vezes mascarada por concreções; ligeiramente plástico e pegajoso; poros médios e grandes abundantes; transição difusa e clara.
- A2 8-16 cm; vermelho (5YR 4/8); argiloso; granular, pequena, fraca e subangular, pequena, fraca, que às vezes se rompe em grão simples, e às vezes mascarada por concreções; ligeiramente plástico e pegajoso ; poros médios e grande abundantes; transição difusa e clara.
- AB 16-40 cm; vermelho (5YR); argiloso; granular, pequena, moderada , plástico e pegajoso; poros e canais comuns; raízes finas a abundantes e médias poucas. As concreções lateríticas ocorrem em proporções que variam de 20-30%; transição difusa e plana.
- Bw 40 - 120 (+) cm; vermelho (2,5YR); argiloso; a estrutura tornou-se difícil de determinar em função do alto teor de concreções; plástico e pegajoso; poros e canais comuns; raízes finas a abundantes e médias poucas. As concreções lateríticas ocorrem em proporções que variam de 40-60%.

OBS1: Galerias biológicas em grande quantidade ao longo do perfil

OBS2: Raízes finas, médias e grossas abundantes, principalmente até 80 cm de superfície; e finas a muito finas abaixo, em grandes quantidades e poucas grossas.

A descrição morfológica do perfil de solo sob pastagem é apresentado a seguir:

- A1 0-8 cm; bruno avermelhado (5YR 3/4); argiloso, granular, média; fraca, às vezes mascarada por concreções; ligeiramente plástico e não pegajoso; poros pequeno; raízes pequenas abundantes; transição difusa e clara.
- A2 8-17 cm, vermelho amarelado (5YR 5/6); argiloso; subangular, pequena, forte que se rompe em grãos simples, sendo às vezes mascarada por concreções; ligeiramente plástico e não pegajoso; poros pequenos abundantes; raízes pequenas abundantes; transição difusa e clara.
- AB 17-38 cm; amarelo avermelhado (5YR 6/6); argiloso; subangular, pequena, moderada; plástico pegajoso; poros e canais comuns; raízes pequenas e poucas; transição difusa plana.
- Bw 38 – 120(+) cm, lateritas abundantes dificultando as análises.

OBS1: raízes finas e muito finas abundantes ao longo de todo perfil

OBS2: porosidade extremamente elevada (microporos) em todo o perfil

As observações de campo efetuadas confirmam que o solo do local é um Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa, com presença de grande quantidade de cascalho. Devido à influência dos agentes de formação, tais como o clima, o relevo e a rocha matriz, evidenciou-se a ocorrência de intensivo processo de laterização, condicionado, primordialmente, às altas temperaturas e elevados índices pluviométricos, ocasionando a formação associadas de lateritas, em forma de pequenas concreções e de grandes blocos. Notou-se o aparecimento freqüente de pequenas concreções arredondadas, as quais, pela sua forma, parecem ter sido transportadas, blocos maiores sem a característica acima citada, mostra também a pressuposição de sua formação local.

6.1.2. Região do Cerrado (Goiânia/GO)

As observações procedidas no campo permitem identificar a área de estudo na região do cerrado como inserida na unidade geomorfológica considerada como “Planalto Central Goiano” (MAMEDE et al., 1983) e, particularmente na subunidade, no Planalto Rebaixado de Goiânia, de menores altitudes regionais.

Essa é uma área aplainada, de relevo praticamente plano, que possibilitou uma pedogênese acentuada e prolongada, revelada por espessos mantos de intemperismo, representados pelos latossolos profundos e argilosos, com argilas 1:1 e óxidos de ferro e alumínio. A vegetação natural, na área da EMGOPA, é conhecida como Área de Tensão

Ecológica”, que traz, em si, uma fisionomia ligada aos cerrados ou cerradões, e à floresta semi-decídua.

As descrições de campo atestaram a presença de um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, já descrita pela FUNDAÇÃO IBGE (1994), sendo a seguir apresentada a efetuada para a área de vegetação natural:

- A1 0-15 cm; bruno avermelhado (5YR 4/3), argiloso; granular, muito grande, forte; duro firme; muito plástico e muito pegajoso; transição plana clara.
- AB 15-45 cm; bruno avermelhado (5YR 4/3); argiloso; granular, muito grande a grande, forte, duro; friável; muito plástico e muito pegajoso; transição plana gradual.
- BA 45-80 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6); argiloso; maciça que se rompe em granular, média moderada e microgranular; ligeiramente duro; muito friável; muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.
- Bw1 80-105 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6); argiloso; maciça que se rompe em granular muito pequena, moderada (microgranular); macio; muito friável; muito plástico; muito pegajoso; transição plano difusa.
- Bw2 105-120 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6); argiloso; maciço que se rompe em granular, muito pequena (microgranular); macio; muito friável; muito plástico; muito pegajoso.

OBS1: Galerias biológicas em grande quantidade ao longo do perfil

OBS2: Raízes finas, médias e grossas, principalmente até 80 cm de superfície e finas a muito finas abaixo, em grandes quantidades e poucas e grossas.

A descrição morfológica do solo sob pastagem é a seguir apresentada:

- Ap 0-10 cm; bruno arvermelhado (5YR 4/3); argiloso; composta por blocos sub angulares, pequeno, moderada transição plana e gradual.
- AB 10-32 cm; bruno avermelhado (5YR 4/3); argiloso; blocos subangulares (sinais de compactação), grande a moderada; ligeiramente duro; friável; muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual.
- BA 32-67 pequena, moderada (microgranular); macio; muito friável; muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.
- Bw1 67-97 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6); argiloso; maciça que se rompe em granular muito pequena, moderada (microgranular); macio; muito friável; muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.
- Bw2 97-120 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6); argiloso; maciça que se rompe em granular muito pequena, fraca (microgranular); macio; muito friável; muito plástico e muito pegajoso.

OBS1: raízes muito finas ao longo de todo perfil

OBS2: porosidade extremamente elevada (microporos) em todo o perfil

Alguns detalhes sobre as mini-trincheiras abertas nos pontos de amostragem encontram-se no QUADROS 22 e 23 (apêndice), onde estão descritas as profundidades de cada horizonte de coleta das amostras, bem como algumas características peculiares existentes em cada ponto, tais como, proximidade de trilhas de gado, cupinzeiro, acúmulo excessivo de serrapilheira, dentre outras, que poderiam influenciar os resultados obtidos.

Os perfis de solo estudados apresentam características morfológicas distintas entre si, com algumas modificações, principalmente naqueles sob vegetação natural; já os perfis sob pastagem, diferem em muitos aspectos quando comparados àqueles sob vegetação natural, corroborando os resultados obtidos por LONGO (1994), ao comparar um solo cultivado com cana-de-açúcar a um sob vegetação natural.

O perfil sob floresta apresentou um horizonte O de 0-2 cm de espessura, constituído por restos vegetais pouco decompostos, que formam uma cobertura bastante uniforme sob todo o solo, fato que constitui, juntamente com a grande quantidade de laterita existente, a principal diferença entre este perfil e aquele sob vegetação natural na região do cerrado.

A coloração do horizonte superficial (A ou Ap) mostrou-se bastante uniforme nos solos cultivados (bruno avermelhado -5YR 4/3), sendo a mesma para o solo sob vegetação natural no cerrado; já o solo sob floresta foi classificado como vermelho-amarelado (5YR 4/6).

Os horizontes sub-superficiais dos perfis do solo sob cerrado (A12, AB, BA, Bw) apresentaram oscilações de cores entre: vermelho amarelado, bruno avermelhado, enquanto, na região amazônica estas foram: vermelho, vermelho amarelado e amarelo avermelhado.

A estrutura do horizonte superficial dos solos sob vegetação natural é granular em ambos ecossistemas estudados, sendo pequena/fraca no perfil sob floresta amazônica e muito grande/forte no perfil sob cerrado, variações estas que, provavelmente, foram resultantes de mudanças na quantidade e qualidade do material orgânico incorporado ao solo em cada um dos ecossistemas. Ressalte-se a organização em blocos subangulares no horizonte AB (10-32 cm) do perfil sob pastagens, apontando para um processo de compactação que não ocorre na condição sob mata.

6.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Os resultados mostrados nos QUADROS 7 e 8 mostram que, de fato, a análise granulométrica, realizada na terra fina seca ao ar (TFSA), não revelou sensíveis variações para ambas regiões. Os diferentes manejos não impuseram diferenças significativas na distribuição granulométrica, tendo se notado apenas um acúmulo de argila na pastagem da Região Amazônica. Esta variação pode ser atribuída à formação de pseudo-partículas texturais nas condições de floresta, em decorrência da presença de maior quantidade de matéria orgânica.

QUADRO 7 - Análise granulométrica em solos do Cerrado e da Amazônia. (*)

PARCELA	ARGILA	SILTE FINO	SILTE GROS.	AREIA FINA	AREIA GROS.	AREIA TOTAL
%						
PERFIL DO SOLO SOB FLORESTA AMAZÔNICA/RO						
1	43	6	16	10	24	34
2	39	5	18	10	28	38
3	40	4	18	11	27	38
4	43	6	12	10	29	39
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/RO						
1	51	7	08	10	24	34
2	49	6	08	10	27	37
3	50	8	06	09	27	36
4	52	8	08	09	23	32
PERFIL DO SOLO CERRADO/GO						
1	44	9	08	32	7	39
2	48	6	09	31	6	37
3	44	6	11	32	7	39
4	45	5	11	33	6	39
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/GO						
1	44	6	10	32	8	40
2	43	5	12	33	7	40
3	43	5	11	34	7	41
4	43	5	11	34	7	41

(*) Média de três repetições

QUADRO 8 - Fracionamento da areia em solos do Cerrado e da Amazônia (*)

PARCELA	AREIA TOTAL	1.0	0.5	0.25	0.125	0.053
%						
PERFIL DO SOLO SOB FLORESTA AMAZÔNICA/RO						
1	34	10	7	7	6	4
2	38	9	10	9	6	4
3	38	8	10	9	7	4
4	39	9	11	9	6	4
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/RO						
1	34	9	8	7	6	4
2	37	10	9	8	6	4
3	36	10	10	7	5	4
4	32	6	8	8	5	4
PERFIL DO SOLO CERRADO/GO						
1	39	1	1	4	15	18
2	37	1	1	4	13	18
3	39	1	1	5	15	17
4	39	1	1	4	13	20
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/GO						
1	40	1	1	6	14	18
2	40	1	1	5	13	20
3	41	1	1	5	16	18
4	41	1	1	05	15	19

(*) Média de três repetições

Os valores obtidos com a análise granulométrica foram analisados estatisticamente de formas distintas: valores médios e estatística descritiva além do estudo das correlações existentes entre as frações orgânicas e inorgânicas do solo.

6.2.1. Valores médios

Os resultados apresentados nas FIGURAS 10, 11 e 12 atestam a textura fina dos solos em estudo, com mais de 45% de argila nos horizontes superficiais.

Em ambos os ecossistemas os resultados apresentam-se bastante homogêneos, não revelando diferenças significativas nos diferentes tratamentos. Segundo BUCKMAN & BRADY (1989), a textura é uma das características mais estáveis do solo, sendo pouco sujeita a modificações causadas pelo manejo, mesmo na camada superficial do solo. Somente na substituição da mata (parcelas 1-4) pela pastagem (parcelas 5-8) no solo sob floresta, observa-se uma diminuição nos teores de silte e um aumento nos teores de argila. Essa variação é curiosa e, provavelmente, explicável pela formação de pseudo-partículas

(pseudo-silte e pseudo-areia) que ocorrem por microagregações das partículas unitárias, por influência de agentes cimentantes, como sesquióxidos de ferro e componentes orgânicos (VERHEYE, 1984). Por outro lado FERNANDES (1993) verificou que solos sob mata apresentaram valores mais elevados de pseudo-partículas quando comparadas com os solos cultivados. No solo sob cerrado esta variação não foi notada, sendo que os valores apresentam-se bastante homogêneos nas duas condições (vegetação natural e pastagem).

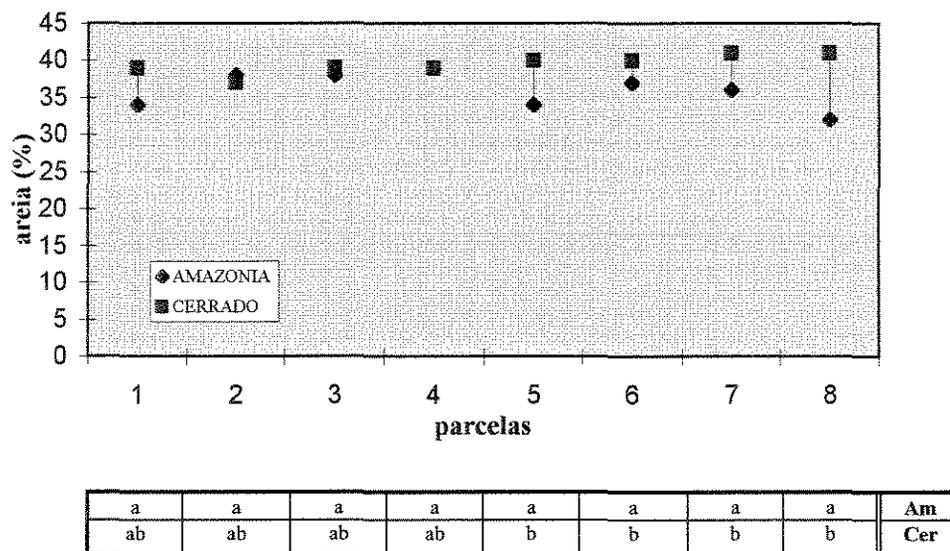


FIGURA 10 – Areia total (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

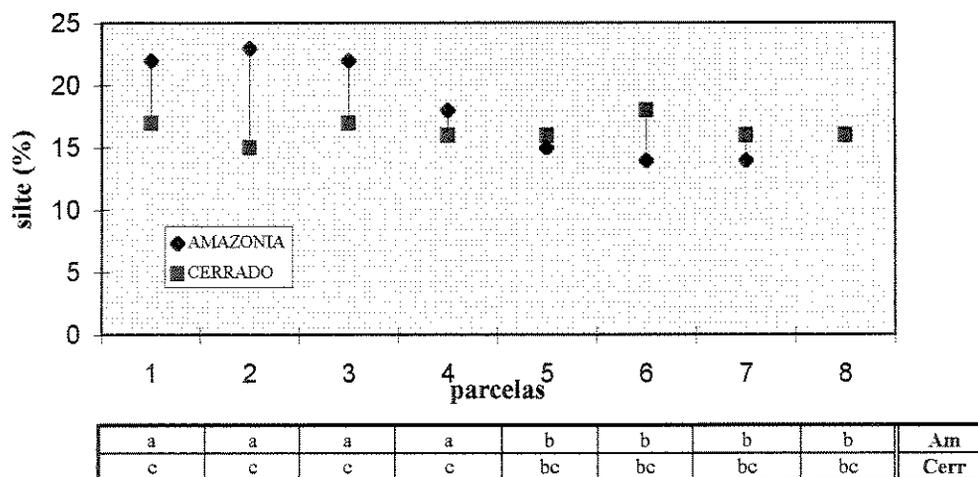


FIGURA 11 – Silte total (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

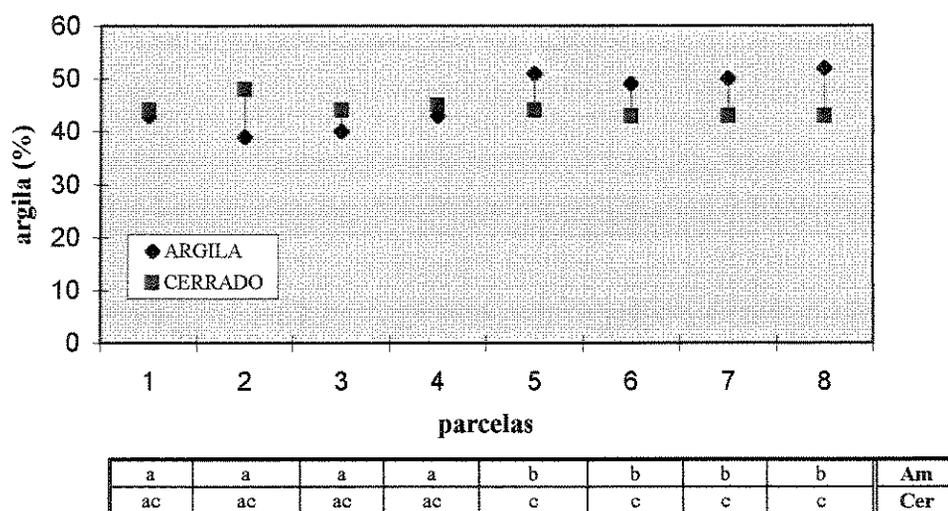


FIGURA 12 – Argila (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

6.2.2. Estatística descritiva

No QUADRO 9 estão representados os valores de média, a variância, o desvio padrão (D.P), os coeficientes de variação (C.V), mínimo (Min), máximo (Max), os coeficientes de assimetria (Ass) e curtose (Curt) das frações granulométricas em amostras de solo coletadas no Cerrado e na Amazônia.

QUADRO 9 –Valores estatísticos para as frações granulométricas

Ecossistema	Frações	Valores estatísticos							
		Média	Variância	D.P	C.V	Min	Max	Ass	Curt
Amazônia	Arg	46.04	25.96	5.09	11.07	38.0	53.0	-0.19	1.40
	Sil	17.88	15.94	3.99	22.34	11.0	24.0	0.73E-0.1	1.83
	At	36.0	11.75	3.43	9.52	29.0	42.0	-0.20	2.23
	Cas	14.67	35.47	5.96	40.61	6.0	31.0	0.91	3.39
	Amgros	8.96	4.12	2.03	22.67	4.0	13.0	-0.18	2.99
	Agros	9.16	2.31	1.52	16.56	7.0	12.0	0.74E-0.1	2.12
	Amed	7.96	1.12	1.06	13.32	6.0	10.0	0.29	2.12
	Af	6.37	1.73	1.32	20.66	5.0	10.0	1.04	3.6
	Amf	4.08	0.76E-01	0.28	6.77	4.0	5.0	3.01	10.08
Cerrado	Arg	44.25	4.10	2.03	4.57	41.0	49.0	0.59	2.66
	Sil	16.29	5.29	2.30	14.12	12.0	21.0	0.19	2.37
	At	39.46	6.08	2.47	6.25	33.0	44.0	-0.42	3.66
	Cas	0.54	6.75	2.60	479.6	0.0	13.0	4.59	22.04
	Amgros	0.87	0.19	0.44	50.17	0.0	2.0	-0.6	4.43
	Agros	1.12	0.11	0.33	29.4	1.0	2.0	2.27	6.14
	Amed	4.79	2.41	1.55	32.43	1.0	8.0	-0.12	3.59
	Af	14.25	3.52	1.87	13.17	10.0	18.0	-0.20	3.0
	Amf	18.46	1.66	1.13	6.99	16.0	22.0	0.73	3.91

D.P = desvio padrão; C.V. coeficiente de variação; Min = limite mínimo; Max = limite máximo; Ass = ajuste a distribuição normal pelo método da assimetria; Curt = ajuste a distribuição normal pelo método de curtose; arg = argila (%); sil = silte (%); at = areia total (%); casc = cascalho (%); amgros = areia muito grossa (%); agros = areia grossa (%); amed = areia média (%); af = areia fina(%); amf = areia muito fina(%).

Pela análise dos dados observa-se que poucas variações ocorrem nos teores de areia, silte e areia total ao se compararem os dois ecossistemas, indicando similaridade nas frações granulométricas nas duas condições estudadas.

Na condição de floresta, o valor do coeficiente de variação (C.V) de maior variabilidade é apresentado pelo cascalho, sendo baixos os demais; os coeficientes de assimetria e curtose revelam distribuição aproximadamente normal para todas as variáveis, exceto para areia muito fina, que apresenta grande assimetria e alto valor de curtose. No cerrado, os coeficientes de variação apresentam-se baixos, com exceção feita ao cascalho (479,6% de C.V); esta alta variabilidade é causada por uma única amostra, com 13% de cascalho; as demais apresentam 0%, o que torna este dado irrelevante. As frações argila, silte e areia total apresentam menor variabilidade, em relação aos solos da Amazônia, sendo que o fracionamento da areia possibilitou a verificação de uma tendência de decréscimo na variabilidade da areia grossa para a areia muito fina; os valores de assimetria e curtose mostram uma tendência à distribuição normal, exceto para o cascalho.

Os coeficientes de variação encontrados nas duas situações são baixos, relevando uma certa homogeneidade dos resultados analíticos obtidos para areia, silte e argila.

6.3. AGREGADOS

A Floresta Amazônica é um ecossistema bastante complexo, onde a constante decomposição do material orgânico sem interrupções sazonais e a pequena perda por lixiviação permite o desenvolvimento de uma floresta luxuriante (DEMATTE, 1988). Assim, a boa estruturação do solo, verificada neste trabalho, principalmente no horizonte superficial é, provavelmente, devida à grande quantidade de material orgânico permanentemente incorporado e à espessa camada de serrapilheira existente, que proporciona melhores condições de infiltração de água, melhor suprimento de nutrientes e, conseqüentemente, grande facilidade para o desenvolvimento de raízes. TISDALL & OADES (1980) citam que hifas de fungos e atividade de raízes são importantes na agregação de partículas com diâmetro superior a 2,0 mm.

A comparação entre as duas coberturas vegetais (QUADROS 10 e 11) permite observar uma pequena diminuição no diâmetro dos agregados, em torno de 10%, da condição de floresta para o cerrado, e uma diminuição mais acentuada (em torno de 50%) para a condição de pastagem. Estas diferenças observadas são provavelmente devidas às distintas condições fitoclimáticas existentes nestas áreas, conforme indicam os QUADROS 4 e 5; a Amazônia apresenta elevados índices pluviométricos e elevadas temperaturas praticamente todo o ano, promovendo, desta forma, uma intensa atividade microbiana e uma conseqüente melhoria na agregação das partículas de solo. Deve-se observar também que numa condição de vegetação mais densa ocorre uma maior produção de biomassa e uma conseqüente alteração nas propriedades do solo. De acordo com DEMATTE (1988), a produção de matéria seca em floresta tropical é de 20 t/ha, contra apenas 7 t/ha do Cerrado.

QUADRO 10 - Análise de estabilidade de agregados em solos do Cerrado e da Amazônia(*).

ECOSSISTEMA	VEGETAÇÃO	PARCELA	DMP (mm)	UMIDADE (%)
Floresta Amazônica	Vegetação Natural	1	3.64	15
		2	3.51	16
	3	3.72	13	
	4	3.46	12	
Cerrado	Pasto	1	2.84	11
		2	2.63	11
		3	2.48	11
		4	2.66	9
	Vegetação Natural	1	3.19	8
		2	3.22	6
		3	3.19	5
		4	3.18	4
Pasto	1	1.54	2	
	2	1.34	3	
	3	1.38	2	
	4	1.47	4	

(*) Média de três repetições

QUADRO 11 - Distribuição de agregados em solos do Cerrado e da Amazônia (*).

PARCELA	0.0625	0.1875	0.375	0.75	1.5 ⁽¹⁾	4.175
% AGREGADOS						
PERFIL DO SOLO SOB FLORESTA AMAZÔNICA/RO						
1	6.3	0.3	0.4	0.5	3.6	88.9
2	12.6	1.1	0.4	0.4	2.2	83.3
3	6.6	0.3	0.3	0.5	5.0	87.3
4	10.6	0.7	0.8	1.1	6.4	80.4
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/RO						
5	24.2	0.7	0.9	1.8	7.8	64.6
6	35.3	0.2	0.2	0.3	2.3	61.7
7	33.2	0.4	0.7	1.6	8.6	55.6
8	32.3	0.3	0.2	0.3	2.3	61.7
PERFIL DO SOLO SOB CERRADO/GO						
1	3.2	3.0	3.5	5.6	15.0	69.7
2	2.5	2.9	3.4	6.1	14.9	70.1
3	2.4	3.3	3.7	6.5	14.3	69.8
4	6.3	3.9	4.8	7.4	13.2	64.4
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/GO						
5	23.3	11.3	12.0	12.2	13.4	27.8
6	20.4	14.3	14.7	13.9	14.4	22.3
7	20.6	12.3	13.8	14.1	16.8	22.4
8	22.6	12.7	13.6	13.6	16.3	22.2

(*) Média de três repetições

(1) Centro de classes

Visando a uma discussão mais detalhada, onde os dados obtidos possam ser interpretados de uma maneira mais complexa, os valores do DMP foram analisados

estatisticamente de formas distintas: valores médios e estatística descritiva além do estudo das correlações existentes entre as frações orgânicas e inorgânicas do solo.

6.3.1. Valores médios

Os resultados apresentados na FIGURA 13 representam os diâmetros médios ponderados (DMP) dos agregados das amostras coletadas nos diferentes ecossistemas e seu respectivo quadro de análise de variância; esta forma de representação facilita a comparação entre a agregação de diferentes solos, a partir de um único número, e não uma série deles (KIEHL, 1979).

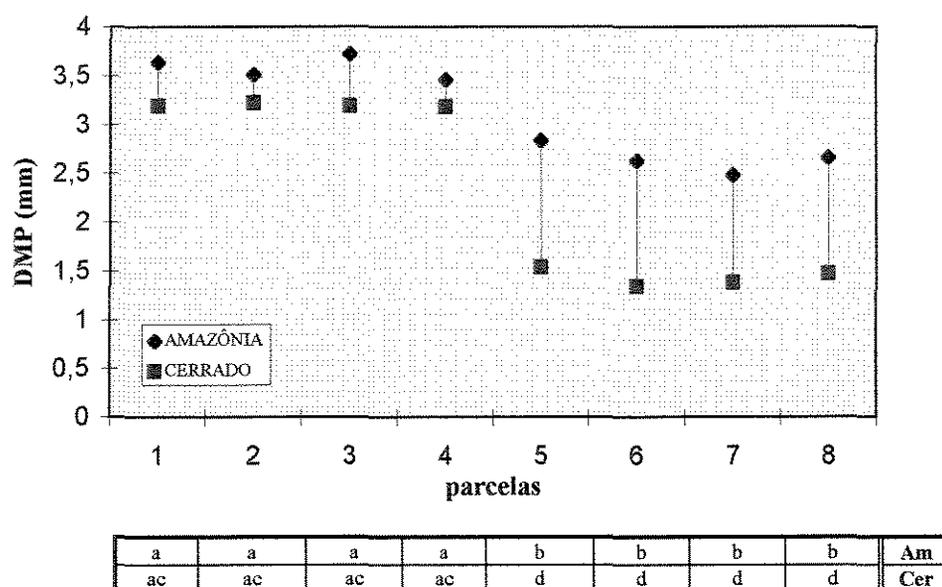


FIGURA 13 – Diâmetro médio dos agregados (retas) e as diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

Pela análise dos dados, pode-se observar que o solo sob Floresta Amazônica apresenta os maiores valores de DMP, comparado aos demais, apenas não diferindo significativamente do solo sob vegetação natural no Cerrado; da vegetação natural (parcelas 1-4) deste ecossistema para a pastagem (parcelas de 5-8), pode se observar uma diminuição, em média, de 25% no tamanho dos agregados, acompanhada por uma diminuição nos teores de umidade das amostras (FIGURA 14). MBAGWU (1991), trabalhando com um Ultissolo da Nigéria, observou que a cobertura morta aumentou o

percentual de agregados estáveis em água devido à sua proteção contra os impactos das gotas de chuva, bem como ao ressecamento rápido do solo, servindo também como cimentante de partículas minerais, compondo a estrutura de agregados estáveis.

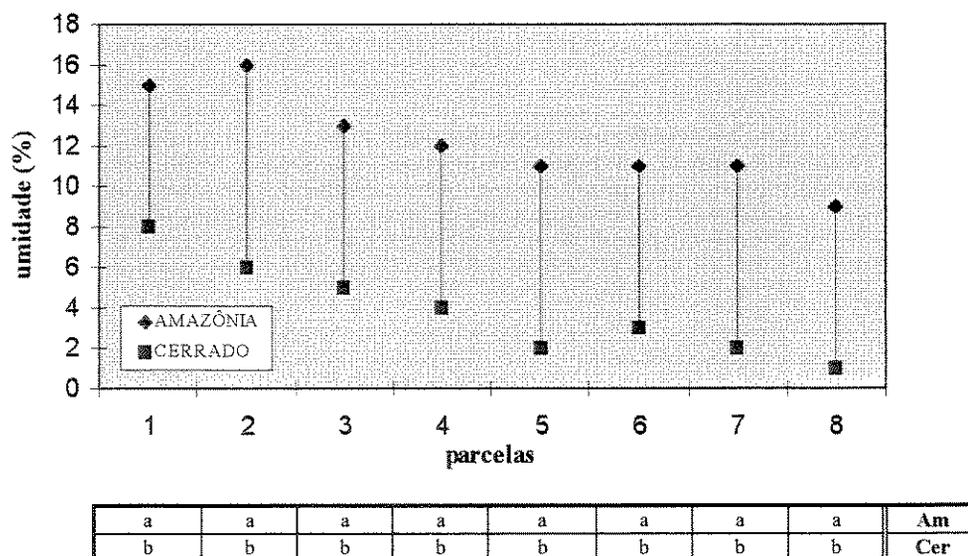


FIGURA 14 - Umidade (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

Nas condições de Cerrado, o comportamento, o tamanho e a distribuição dos agregados, foram semelhantes aos da Amazônia; das parcelas sob vegetação natural (1-4) para aquelas sob pastagem, nota-se uma acentuada redução no diâmetro dos agregados: aproximadamente 50%. Esta redução mais brusca pode ser devido ao manejo recente que esta pastagem sofreu, aliada à possibilidade de que o manejo do solo, nestas condições, promova uma diminuição no teor de matéria orgânica, por sua exposição, e conseqüente oxidação, com a estabilidade dos agregados da camada superficial do solo tendendo a diminuir (FORTUN & FORTUN, 1989). Resultados semelhantes foram obtidos por MELO & SILVA (1995), que, ao compararem áreas de Cerrado com áreas de pastagem plantada observaram uma diminuição no tamanho dos agregados estáveis em água.

Como se pode observar pelo QUADRO 11, a maior parte dos agregados fica retidos na peneira de 4,0 mm de malha, indicando que, nestas condições, os agregados formados são bastantes estáveis em água. Situação semelhante é observada nas condições de Cerrado, onde a maior concentração de agregados, embora inferior ao da Amazônia, ocorre na

mesma peneira. MORAES (1984), ao estudar um Latossolo Vermelho-Escuro muito argiloso sob Cerrado, observou que a maior porcentagem dos agregados foram superiores a 2,0 mm de diâmetro. TISDALL & OADES (1980) citam que hifas e atividades de raízes são importantes na agregação de partículas com diâmetro superior a 2,0 mm; referem-se a fibrilas e flagelos de microrganismos, que, por tratarem-se de constituintes de menores dimensões, atuam na estabilização de microagregados. Essas condições devem estar presentes no presente estudo.

6.3.2. Estatística descritiva

No QUADRO 12 são representados os valores de média, a variância, o desvio padrão (D.P), os coeficientes de variação (C.V), mínimo (Min), máximo (Max), os coeficientes de assimetria (Ass) e curtose (Curt) dos diâmetros médios dos agregados (DMP) em amostras de solo coletadas no Cerrado e na Amazônia.

QUADRO 12 – Valores estatísticos para diâmetro médio ponderado dos agregados

Ecossistema	Valores estatísticos (mm)							
	Média	Variância	D.P	C.V	Min	Max	Ass	Curt
Amazônia	3.13	0.34	0.58	18.58	2.10	4.0	-0.13	1.57
Cerrado	2.26	0.84	0.92	40.74	1.10	3.6	-0.3E-01	1.33

D.P = desvio padrão; C.V. coeficiente de variação; Min = limite mínimo; Max = limite máximo; Ass = ajuste a distribuição normal pelo método da assimetria; Curt = ajuste a distribuição normal pelo método de curtose.

Pela análise dos dados observa-se que os diâmetros médios ponderado dos agregados (DMP) e os limites máximos e mínimos, encontrados para as amostras coletadas na Amazônia, são superiores aos do Cerrado, apresentando-se com menor coeficiente de variação. Esta diferença pode ser explicada por variações existentes nas condições fitoclimáticas; a Floresta Amazônica apresenta densa cobertura vegetal promovendo, desta forma, uma deposição contínua de resíduos vegetais, somada à intensa atividade biológica; BATES (1984) afirma que a agregação das camadas superiores de um solo sob floresta está intimamente ligada à atividade microbiana. BAVER et al. (1972) citam que somente o material orgânico, sem transformação biológica, não tem qualquer efeito sobre a estrutura do solo; os microrganismos participam da agregação, aproximando as partículas e

produzindo polissacarídeos e outras substâncias orgânicas que atuam como goma e cimento; o primeiro mecanismo de aproximação constituiria os agregados e o segundo dar-lhes-ia estabilidade. O coeficiente de variação (C.V.) é mais baixo na situação de floresta e os coeficientes de assimetria e curtose indicam distribuição normal para o DMP, tanto para as amostras coletadas na Amazônia como no Cerrado.

6.4. FERTILIDADE

Os valores do complexo trocável apresentam diferenças entre os ecossistemas (QUADROS 13 e 14), sendo que, de maneira geral, estes mostram baixa fertilidade natural, em função da intensa ação dos processos de intemperismo (PRIMAVESI, 1987). Diferenças significativas são observadas para pH, CTC (T), V%, S, P, K, Mg e H+Al. Segundo HAAG (1985), as concentrações de determinados elementos no solo de ecossistemas tropicais são extremamente variáveis, refletindo o material de origem ou o substrato subjacente, a topografia, a pluviosidade, a vegetação e diversos fatores do meio que interagem com o solo, gerando micro diferenças, diversidade na composição das espécies e nos processos biológicos das plantas.

A CTC apresenta valor mais elevados no solo sob floresta, sendo esta variação devida, provavelmente, a adições de matéria orgânica; OKALI (1982) chama a atenção para a pequena atividade das argilas 1:1 que dominam os ambientes dos trópicos úmidos, sendo a fertilidade especialmente garantida pelo conteúdo de matéria orgânica. o que se aplica perfeitamente às condições estudadas, com predomínio absoluto de caulinita acompanhada de gibssita.

O pH do solo sob Floresta na Amazônia apresenta, de maneira geral, valores mais reduzidos, mesmo quando comparado à pastagem, sob as mesmas condições; o pH obtido para o solo do Cerrado revelam-se ácidos nas duas formas de manejo estudadas. As diferenças no manejo revelam que o solo sob vegetação natural apresenta-se mais ácido do que o solo sob pastagem, em ambos ecossistemas, diferença esta que deve ser decorrente de adubações e calagens sofridas pela pastagem e que podem ter interferido de forma direta nos resultados obtidos. Confrontando-se as duas regiões, percebe-se que, embora ambas apresentem solos ácidos, pode-se dizer que na Região do Cerrado esses valores são mais elevados.

QUADRO 13 - pH, %MO, V%, S e T em solos do Cerrado e da Amazônia (*).

PARCELA	PROFUNDIDADE	pH CaCl ²	MO %	V	S meq/100cm ³	T
PERFIL DO SOLO SOB FLORESTA AMAZÔNICA/RO						
1	a	3,6	6,8	1	0,3	18,2
	b	4,0	2,7	2	0,2	9,5
2	a	3,5	6,7	2	0,3	18,3
	b	3,9	3,3	2	0,2	10,8
3	a	3,8	4,6	4	0,6	14,2
	b	3,9	3,2	2	0,3	10,3
4	a	3,6	4,7	3	0,4	15,9
	b	3,9	3,4	2	0,2	11,5
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/RO						
5	a	4,1	4,2	12	1,3	12,1
	b	4,1	2,5	9	0,6	8,3
6	a	3,9	4,2	5	0,5	12,7
	b	4,0	2,9	4	0,5	10,2
7	a	4,1	4,1	10	1,0	10,3
	b	4,2	2,4	4	0,3	7,3
8	a	4,4	4,2	14	2,0	9,8
	b	4,5	2,7	6	1,1	8,2
PERFIL DO SOLO SOB CERRADO/GO						
1	a	4,2	4,4	21	1,4	6,6
	b	4,2	3,5	12	0,6	5,3
2	a	4,2	4,5	18	1,2	7,3
	b	4,1	3,4	13	0,7	6,9
3	a	4,2	4,4	15	0,9	6,1
	b	4,2	3,5	19	1,0	5,2
4	a	4,3	4,3	19	1,1	6,1
	b	4,1	3,0	13	0,6	5,2
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/GO						
5	a	4,3	3,7	23	1,3	5,5
	b	4,2	3,5	23	1,0	5,3
6	a	4,4	3,8	30	1,7	5,5
	b	4,5	3,6	30	1,7	5,4
7	a	4,4	3,6	25	1,2	4,9
	b	4,4	3,6	25	1,2	4,8
8	a	4,5	3,9	30	1,7	5,4
	b	4,4	2,8	20	0,8	4,0

(*) Média de três repetições
Profundidade a - Horizonte Ao/A

Profundidade b - Horizonte

QUADRO 14- Análise de fertilidade em solos do Cerrado e da Amazônia (*).

PAR CELA	PROFUNDIDADE	P	K	Ca	Mg	H+Al
		ug/cm ³²		Meq/100cm ³		
PERFIL DO SOLO SOB FLORESTA AMAZÔNICA/RO						
1	a	8	0,05	0,1	0,1	17,9
	b	5	0,03	0,1	0,1	9,2
2	a	10	0,06	0,1	0,1	18,0
	b	5	0,03	0,1	0,1	10,5
3	a	8	0,08	0,2	0,3	13,6
	b	6	0,04	0,1	0,1	10,0
4	a	9	0,05	0,2	0,2	15,6
	b	7	0,02	0,1	0,1	11,3
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/RO						
5	a	9	0,04	1,0	0,3	11,7
	b	4	0,01	0,5	0,1	7,7
6	a	9	0,02	0,4	0,2	12,2
	b	6	0,02	0,3	0,1	9,8
7	a	9	0,05	0,7	0,3	9,3
	b	5	0,01	0,2	0,1	6,9
8	a	9	0,09	2,6	0,6	6,9
	b	5	0,01	1,9	0,2	4,6
PERFIL DO SOLO SOB CERRADO/GO						
1	a	3	0,11	0,8	0,5	5,2
	b	2	0,04	0,4	0,2	4,7
2	a	3	0,07	0,8	0,4	5,6
	b	4	0,06	0,5	0,2	5,1
3	a	3	0,05	0,6	0,2	5,4
	b	3	0,09	0,8	0,2	4,2
4	a	3	0,06	0,8	0,3	4,9
	b	4	0,05	0,4	0,2	4,6
PERFIL DO SOLO SOB PASTAGENS/GO						
5	a	4	0,03	1,1	0,2	4,3
	b	3	0,02	1,0	0,2	4,1
6	a	3	0,06	1,4	0,3	3,8
	b	4	0,04	1,3	0,3	3,7
7	a	3	0,03	1,0	0,2	3,7
	b	3	0,03	1,0	0,2	3,6
8	a	4	0,07	1,2	0,3	3,5
	b	3	0,02	0,6	0,2	3,3

(*) Média de três repetições

Profundidade a - Horizonte Ao/A

Profundidade b- Horizonte AB

De modo geral, os resultados aqui obtidos contrariam, em alguns aspectos, os obtidos por outros autores, que freqüentemente observaram que com a retirada da cobertura original a dinâmica dos nutrientes é alterada, aumentando a possibilidade de perdas devidas a lixiviação (HERRERA et al., 1988). Essa discordância pode ser atribuída a alterações promovidas no solo por adubações e calagens feitas na pastagem durante sua formação e/ou manutenção.

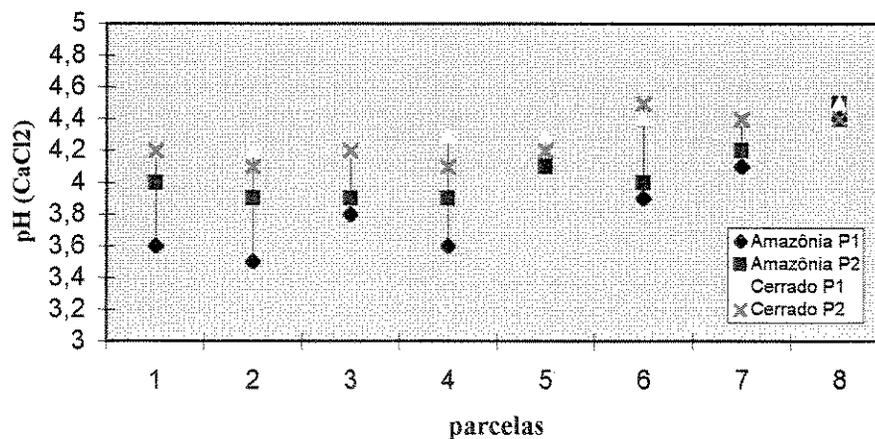
Analisando-se em profundidade, observa-se que ocorre um maior acúmulo no horizonte superficial de matéria orgânica, fósforo disponível, cálcio e magnésio trocável e maiores valores de capacidade de troca de cátions. Os valores médios indicam solos de reação ácida e baixa saturação por bases; alguns parâmetros (K, Ca, Mg, S e V%) apresentam alta variabilidade, demonstrando não haver uma distribuição normal dessas variáveis nas duas condições estudadas.

Visando a uma discussão mais aprimorada, os valores obtidos para o complexo trocável foram analisados estatisticamente de formas distintas: valores médios, estatística descritiva e geoestatística, além do estudo das correlações existentes entre as frações orgânicas inorgânicas do solo, conforme apresentado nos itens a seguir.

6.4.1. Valores médios

Os resultados obtidos para pH, V%, S, T, P, K, Ca, Mg e H+Al do solo são representados nas FIGURAS 15 a 23 referentes a duas profundidades (horizontes Ao/A e AB).

Os resultados obtidos para o pH (FIGURA 15) mostram que o solo sob vegetação natural na região amazônica apresenta diferenças significativas em relação às demais situações, mostrando-se ligeiramente mais ácidos. Segundo SMYTH (1996), a predominância de solos ácidos em terra firme coloca a acidez e a toxidez de alumínio entre as três mais freqüentes restrições de fertilidade do solo da Amazônia. A pastagem apresenta valores ligeiramente superiores aos da floresta, provavelmente devido à aplicação de um tratamento calcário na sua formação e/ou manutenção. Em profundidade, pode-se notar diferenças significativas entre os ecossistemas apenas no horizonte superficial; num mesmo ecossistema, diferenças significativas entre horizontes aparecem somente na Região Amazônica, ressaltando-se que os valores de pH do Cerrado apresentam-se superiores aos da Amazônia.



a	a	a	a	a	a	a	a	AmP1
b	b	b	b	b	b	b	b	AmP2
c	c	c	c	c	c	c	c	CerP1
bc	CerP2							

FIGURA 15 – pH (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

Em relação aos valores de porcentagem de saturação por base (V%), soma de bases (S) e capacidade de troca catiônica (CTC ou T), (FIGURAS 16, 17 e 18, respectivamente) observa-se que o solo sob Floresta Amazônica apresenta, em média, altos* valores de CTC no horizonte superficial, provavelmente, em função do elevado conteúdo de matéria orgânica existente neste horizonte e com teor moderado no horizonte subsuperficial; por outro lado, são baixos os valores de soma de bases trocáveis e de V% em ambos. Assim, é de se deduzir que a alta CTC é dada por expressivas contribuição de H^+ e Al^{+3} , elementos esses ligados à acidez do solo. O solo sob pastagem apresenta valores moderados de CTC, e baixo de V% e S, embora significativamente superiores aos encontrados na mata, em ambos horizontes estudados. OKALI (1992) chama a atenção para a pequena atividade das argilas 1:1 que dominam os ambientes dos trópicos úmidos, ficando a fertilidade dos solos, conseqüentemente, garantida quase que inteiramente pela adição de matéria orgânica.

* Intervalo de classificação utilizado - MELLO et al. (1988)

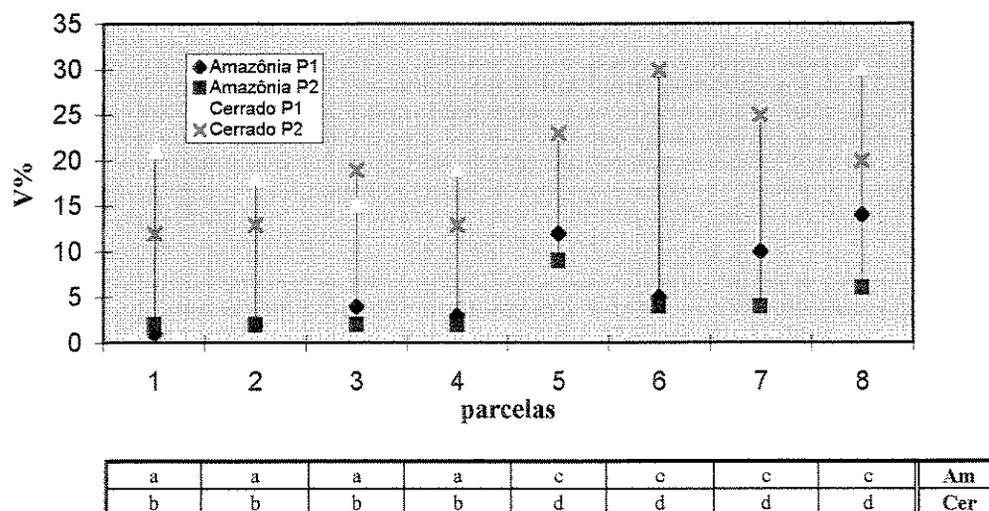


FIGURA 16 – Saturação por bases (V%) – retas - e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

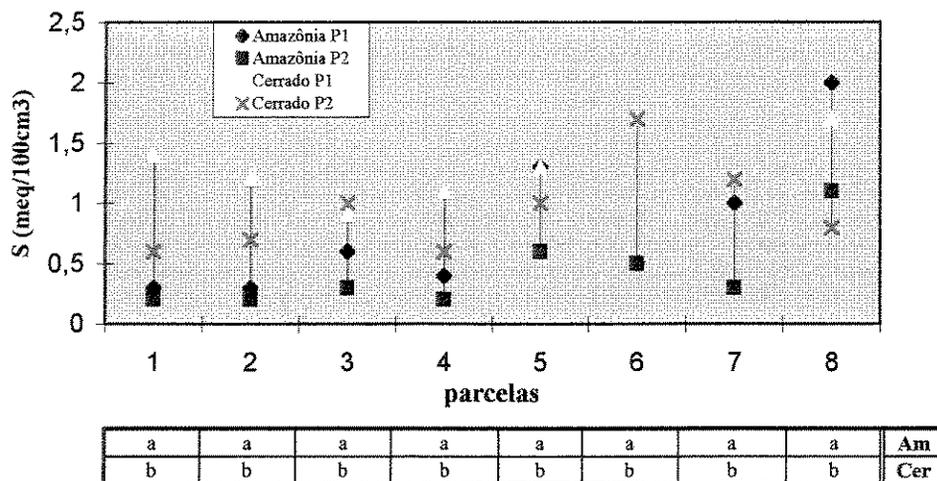
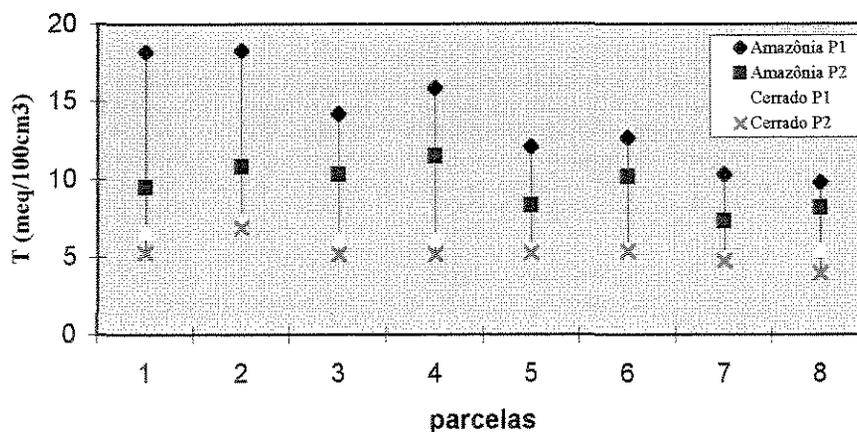


FIGURA 17 – Soma de bases (S) – retas - e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

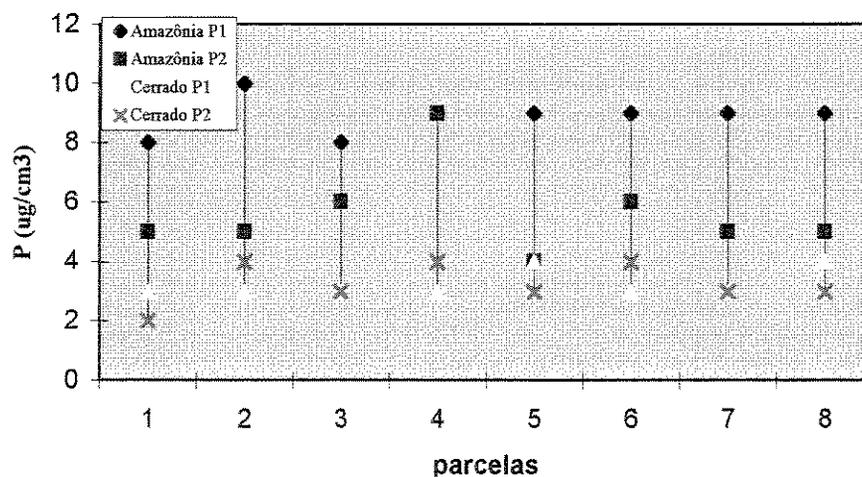


a	a	a	a	b	b	b	b	AmP1
c	c	c	c	d	d	d	d	AmP2
d	d	d	d	e	e	e	e	CerP1
cf	cf	cf	cf	g	g	g	g	CerP2

FIGURA 18 – Capacidade de Troca Catiônica (T) – retas - e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

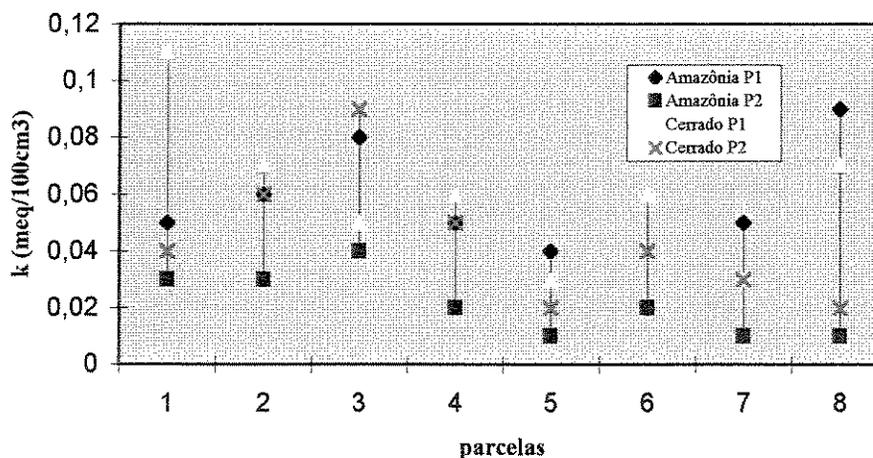
No solo sob vegetação natural de Cerrado, a capacidade de troca catiônica apresenta-se moderada e a soma de bases e o V% baixos, embora significativamente superiores aos encontrados na região amazônica, sendo os maiores valores apresentados na condição de pastagem.

As distribuições dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e H+Al podem ser observadas pelas FIGURAS 19 a 23 ; pela análise dos dados pode-se verificar que os teores de fósforo (P) apresentam-se em valores de baixo a médio no horizonte superficial do solo da Região Amazônica, tanto sob vegetação natural quanto sob pastagem, não apresentando diferenças significativas entre os manejos estudados, sendo que no horizonte subsuperficial esses teores apresentam-se sempre baixos. As diferenças significativas apresentadas entre os dois ecossistemas (Amazônia e Cerrado), podem ser atribuídas a diferenças inerentes ao material de origem e/ou ao tipo de material orgânico incorporado ao solo (BRADY, 1989); o P orgânico acumula-se no perfil de acordo com a distribuição da matéria orgânica, e esta distribuição sofre variações em função dos métodos de cultivo, adubações, pequenas lixiviações etc.



a	a	a	a	a	a	a	a	AmP1
b	b	b	b	b	b	b	b	AmP2
c	c	c	c	c	c	c	c	CerP1
c	c	c	c	c	c	c	c	CerP2

FIGURA 19 - Fósforo (P) – retas - e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).



a	a	a	a	a	a	a	a	Am
b	b	b	b	b	b	b	b	Cer

FIGURA 20 - Potássio (K) – retas- e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

Os teores de potássio (K) apresentam diferenças significativas entre ecossistemas ao nível de 5% e não significativas para manejo (vegetação natural e pastagem); em profundidade, entretanto, mostram-se sempre baixos; teores mais elevados são observados

nas camadas superficiais, embora essa diferença, em profundidade, não tenha sido significativa. Comportamento similar foi observado para o magnésio.

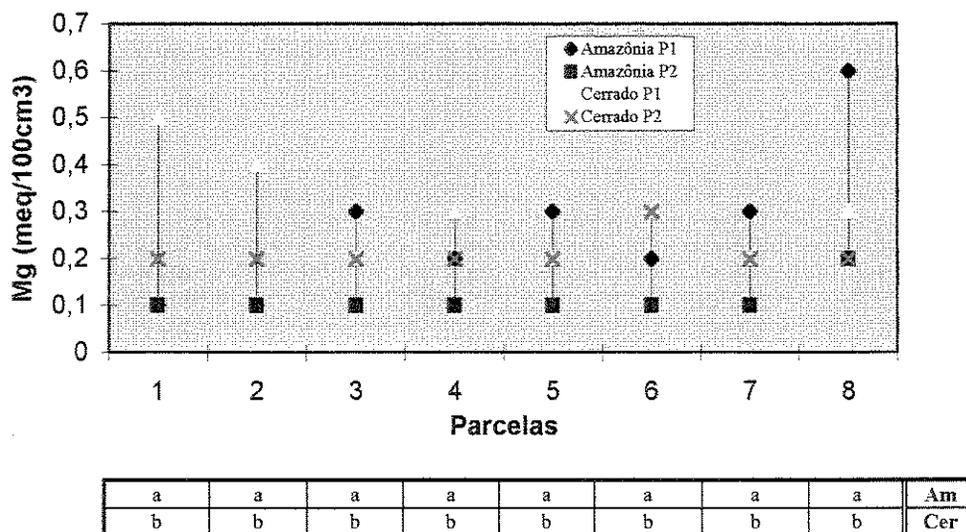
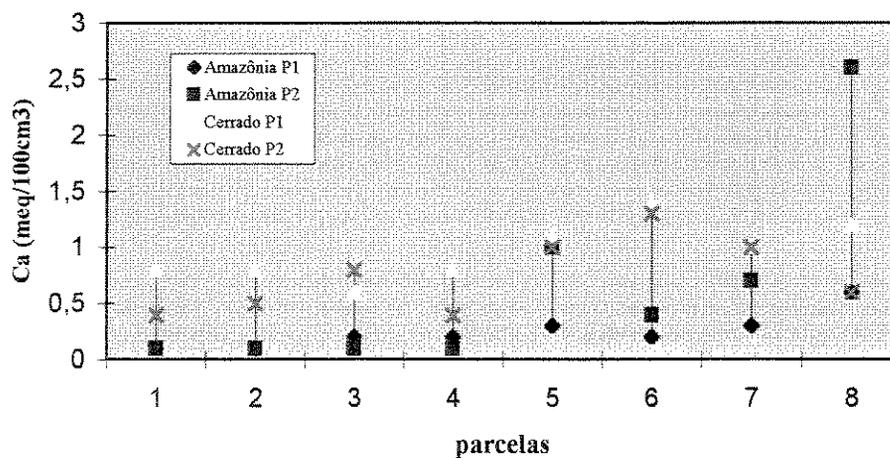


FIGURA 21 -Magnésio (Mg) - retas e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

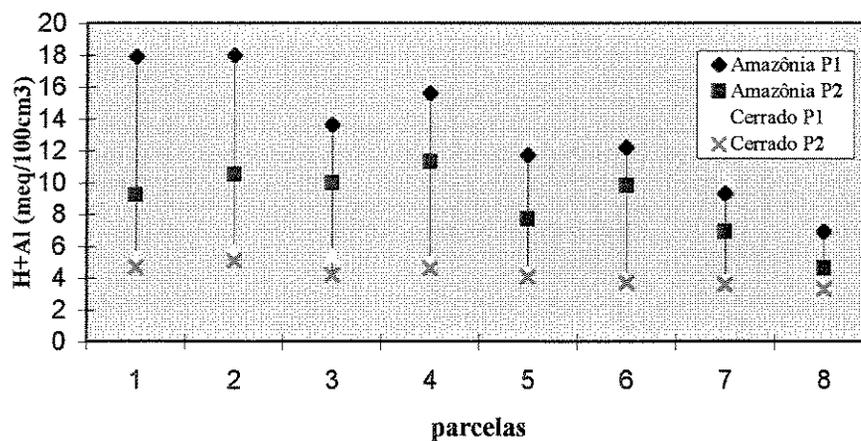
Os teores de cálcio revelam-se baixos, sendo que o solo sob vegetação nativa na floresta apresenta os menores valores, embora essa diferença não tenha sido significativa ao nível estudado. Segundo MELLO et al. (1988), em regiões úmidas os solos derivados de rochas calcárias são freqüentemente ácidos nas camadas superficiais, devido à remoção de cátions pela lavagem excessiva. A água contendo CO_2 dissolvido atravessa o perfil, o ácido carbônico formado desloca o Ca (e outros cátions) do complexo coloidal e paulatinamente o terreno vai se exaurindo em bases e acidificando-se.

Os valores de H^+Al revelam diferenças significativas entre ecossistemas, manejos e profundidades estudados; na região amazônica os maiores valores são observados no solo sob vegetação natural, indicando que estes são muito ácidos e podem apresentar toxidez ao Al, mostrando, desta forma, uma restrição à fertilidade, resultados esses que concordam com as observações de SMYTH (1996).



a	a	A	a	a	a	a	b	Am
a	a	A	a	a	a	a	b	Cer

FIGURA 22 -Cálcio (Ca) - retas e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de repetições).



a	a	a	a	b	b	b	b	AmP1
c	c	c	c	d	d	d	d	AmP2
e	e	e	e	e	e	e	e	CerP1
e	e	e	e	e	e	e	e	CerP2

FIGURA 23 – H + AL (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

6.4.2. Estatística descritiva

No QUADRO 15 estão representados os valores de média, a variância, o desvio padrão (D.P), os coeficientes de variação (C.V), mínimo (Min), máximo (Max), os coeficientes de assimetria (Ass) e curtose (Curt) do complexo trocável em dois horizontes (A e AB) das amostras de solo coletadas no Cerrado e na Amazônia.

QUADRO 15 – Valores estatísticos para o complexo trocável.

Ecossistema	Parâmetro Horizonte	Valores estatísticos								
		Média	Variância	D.P	C.V	Min	Max	Ass	Curt	
Amazônia	pH A	3.87	0.10	0.32	8.13	3.3	4.7	0.53	2.98	
	pH AB	4.05	0.63E-01	0.25	6.21	3.8	5.0	2.31	8.81	
	Mo A	4.94	1.66	1.23	26.07	3.5	9.0	1.5	4.9	
	Mo AB	2.88	0.22	0.46	15.94	2.0	3.8	-0.18	2.3	
	P A	9.0	4.50	2.12	23.57	6.0	17.0	1.99	8.81	
	P AB	5.46	2.08	1.44	26.43	3.0	9.0	0.42	2.96	
	K A	0.55 E-01	0.86E-03	0.29E-01	53.12	0.1E-01	0.13	0.87	3.38	
	K AB	0.21 E-01	0.27E-03	0.16E-01	79.5	0.1E-01	0.7E-01	1.52	4.3	
	Mg A	0.25	0.27E-01	0.16	66.33	0.1	0.7	1.15	3.61	
	Mg AB	0.12	0.68E-02	0.27E-01	66.33	0.1	0.5	3.89	17.5	
	Ca A	0.7	0.86	0.93	131.9	0.1	4.1	2.28	8.04	
	Ca AB	0.41	0.77	0.88	212.4	0.1	4.4	3.93	17.91	
	Cerrado	H+Al A	13.05	17.97	4.24	32.46	4.7	20.5	0.27E-01	2.08
		H+Al AB	8.94	4.62	3.15	24.03	3.1	12.1	-0.77	3.34
S A		0.93	1.04	1.02	110.0	0.2	4.8	2.47	9.11	
S AB		0.56	0.76	0.87	156.8	0.2	4.5	3.8	17.16	
T A		13.96	12.87	3.59	25.7	8.8	21.0	0.33	2.01	
T AB		9.60	2.81	1.67	17.64	6.5	12.4	0.75E-01	1.92	
V% A		8.12	121.2	11.01	135.0	0.1	51.0	2.64	10.05	
V% AB		6.67	136.6	11.69	175.3	2.0	59.0	3.77	16.85	
pH A		4.31	0.27E-01	0.16	3.84	4.0	4.8	1.24	4.0	
pH AB		4.26	0.22E-01	0.015	3.49	4.0	4.6	0.58	2.56	
Mo A		4.10	0.16	0.40	9.77	3.3	5.1	0.40	3.09	
Mo AB		3.40	0.38	0.62	18.22	1.4	4.3	-1.66	5.84	
P A		3.17	1.39	1.18	37.22	1.0	5.0	0.13	1.83	
P AB		3.17	1.97	1.40	44.35	1.0	6.0	0.24	2.37	
K A	0.6E-01	0.12E-01	0.34E-01	57.33	0.1E-01	0.13	0.75	2.59		
K AB	0.43E-01	0.13E-01	0.36E-01	84.45	0.1E-01	0.18	2.15	8.16		
Cerrado	Ca A	0.97	0.17	0.41	42.62	0.5	2.2	1.21	4.26	
	Ca AB	0.74	0.23	0.48	64.88	0.2	2.4	1.82	6.32	
	Mg A	0.29	0.18E-01	0.13	46.34	0.1	0.6	1.86	2.98	
	Mg AB	0.21	0.12E-01	0.11	51.03	0.1	0.5	1.78	2.91	
	H+Al A	4.57	0.78	0.88	19.31	3.1	6.4	10.21	2.09	
	H+Al AB	4.41	0.57	0.76	18.24	2.5	5.8	-0.13	2.92	
	S A	1.32	0.27	0.53	39.71	0.7	2.8	0.98	3.5	
	S AB	0.99	0.33	0.57	57.90	0.5	3.0	1.98	6.96	
	T A	5.89	0.69	0.83	14.06	4.3	7.7	0.41	2.46	
	T AB	5.13	0.66	0.81	15.83	3.5	6.8	0.12E-01	2.87	
	V% A	22.67	79.31	8.90	39.29	12.0	45.0	0.99	3.05	
	V% AB	19.13	80.44	8.97	46.90	9.0	44.0	1.04	3.38	

D.P = desvio padrão; C.V. coeficiente de variação; Min = limite mínimo; Max = limite máximo; Ass = ajuste a distribuição normal pelo método da assimetria; Curt = ajuste a distribuição normal pelo método de curtose; mo = matéria orgânica (%); V = saturação por bases (%); P = ppm; T = capacidade de troca catiônica (meq/100g); Ca, Mg e K = meq/100g; s = soma de bases (%).

Os valores médios dos atributos químicos do solo apresentam, de maneira geral, diferenças entre os dois horizontes estudados, principalmente nas amostras da Região Amazônica, não havendo, entretanto, diferenças nas médias dos dois ecossistemas. Teores mais elevados na camada superficial do solo sob floresta, imediatamente abaixo da serapilheira acumulada, são observados, principalmente, para a matéria orgânica, o fósforo disponível, o cálcio e magnésio trocável e a capacidade de troca de cátions. Resultados semelhantes foram obtidos por SPAROVEK (1993), que observou variações similares em amostras coletadas sob floresta no Estado de São Paulo, nas profundidades de 0-5, 5 a 25 e 60 a 80 cm, ressaltando que o estudo da serapilheira acumulada e sua interação com o solo imediatamente abaixo, numa camada de poucos centímetros é muito importante; este limite nem sempre é facilmente identificável (FEDERER, 1982), parecendo ser essencial em qualquer estudo preocupado com a compreensão da dinâmica de nutrientes em florestas tropicais.

Os valores médios indicam solos com reação muito ácida e baixa saturação por bases; algumas variáveis, como K, Ca, Mg, S e V% apresentam alta variabilidade (valor do C.V acima de 50%) para as amostras coletadas na Amazônia, mostrando que, nestas condições, o solo apresentou-se bastante heterogêneo; os coeficientes de assimetria e curtose também são elevados, indicando não haver uma distribuição normal dessas variáveis. As amostras coletadas no Cerrado, quando comparadas à Amazônia, revelaram uma menor variabilidade dos dados e uma tendência à simetria (normalidade), exceto para o pH e o Ca, sendo que as maiores variabilidades ocorreram para K, Ca, Mg, e V%, em concordância com os resultados obtidos para a Amazônia. Em profundidade, pode-se observar um comportamento similar, nas duas situações, ao verificado na camada superficial.

6.5. C-ORGÂNICO, N-TOTAL E RELAÇÃO C/N

De acordo com o observado neste trabalho (QUADRO 16), a mudança na cobertura vegetal promove uma diminuição significativa nos teores de N-total do solo; essa diminuição, principalmente na Região Amazônica, deve-se a mudanças na quantidade e na qualidade do material orgânico incorporado pois, uma diminuição no conteúdo de matéria

orgânica induz mudanças na estrutura do solo, como indicam alguns dados, anteriormente observados, e mudanças na atividade biológica. Essas variações interferem de maneira direta no conteúdo de nitrogênio presente no solo, pois, segundo MELO (1974), os teores de N-Total e das diferentes formas de nitrogênio do solo variam em função de uma série de fatores, destacando-se: clima, topografia, vegetação, material de origem, idade, pH, atividade microbiana, propriedades físicas do solo e manejo.

QUADRO 16 -N-Total, C-Orgânico e relação C/N em solos do Cerrado e da Amazônia (*).

Parcela	Profundidade (cm)	N-Total g.Kg ⁻¹	C-orgânico g.Kg ⁻¹	Relação C/N
PERFIL DO SOLO FLORESTA AMAZÔNICA/RO				
1	a	3.0	25.8	9
	b	1.7	17.2	10
2	a	2.9	20.5	7
	b	1.8	15.8	9
3	a	2.5	21.5	9
	b	1.6	15.9	10
4	a	2.8	18.7	7
	b	1.8	14.9	8
PERFIL DE SOLO SOB PASTAGEM/RO				
5	a	2.1	18.3	9
	b	1.3	13.9	11
6	a	2.0	17.5	9
	b	1.3	12.5	10
7	a	2.1	18.5	9
	b	1.5	13.3	9
8	a	2.6	14.4	5
	b	1.8	12.3	7
PERFIL SOB CERRADO/GO				
1	a	1.4	13.5	9
	b	0.8	6.2	7
2	a	1.3	12.9	9
	b	1.0	7.1	7
3	a	1.3	11.6	9
	b	0.8	5.3	7
4	a	1.2	12.4	10
	b	0.9	7.1	8
PERFIL DE SOLO SOB PASTAGEM/GO				
5	a	1.0	7.3	7
	b	0.9	5.5	6
6	a	1.2	7.6	6
	b	0.8	4.8	6
7	a	1.1	6.3	5
	b	0.8	5.1	6
8	a	1.2	6.3	5
	b	0.8	4.6	6

(*) Média de 3 repetições

Profundidade a - Horizontes A0/A

Profundidade b - Horizonte AB

O teor de C-orgânico revela comportamento similar ao apresentado pelo N-total, podendo-se observar que os maiores valores são encontrados no horizonte A_o do solo sob Floresta Amazônica, apresentando uma queda brusca deste horizonte para o subsequente. Neste sentido, pode-se dizer que a matéria orgânica humificada no perfil depende, principalmente, da condição pela qual o material orgânico é adicionado ao solo; em solos sob floresta os maiores teores encontram-se na superfície, porque a contribuição da serapilheira é maior que a das raízes. Nesse caso, o teor de matéria orgânica decresce bruscamente da camada superficial para a que está imediatamente abaixo. Contrariamente, em solos que suportam gramíneas, a contribuição das raízes e, conseqüentemente, o teor de matéria orgânica decorrente, decresce menos bruscamente com a profundidade (MELLO et al. 1988). Neste trabalho, o sistema que mostra menores teores desses elementos é o solo sob pastagem no Cerrado, com um comportamento similar nos dois horizontes. Na Região Amazônica, pode se observar também uma diminuição progressiva desses valores quando se dirige do interior da mata para as bordas, ao longo do transepto, situação esta que não apresenta similaridade com a de cerrado.

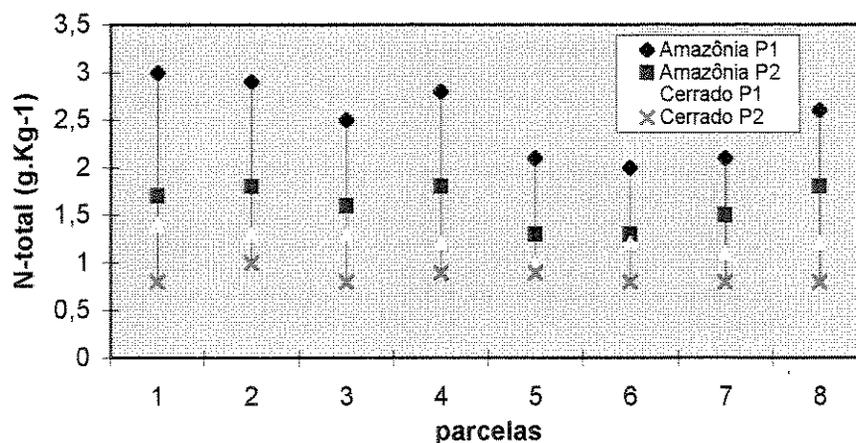
Os valores de C-Orgânico, N-Total e Relação C/N foram analisados estatisticamente de formas distintas: valores médios, estatística descritiva e geoestatística, além do estudo das correlações existentes entre as frações orgânicas e inorgânicas do solo.

6.5.1. Valores médios

Os valores de nitrogênio total, carbono orgânico e relação C/N estão representados nas FIGURAS 24, 25 e 26 referindo-se aos dois primeiros horizontes dos solos estudados.

Os teores de N-total apresentam diferenças significativas entre ecossistemas e profundidades; em relação ao manejo (vegetação natural e pastagem), somente na Região Amazônica estas são significativas. O solo sob vegetação natural na Amazônia apresenta teores mais elevados, nas duas profundidades estudadas, comparado ao do Cerrado, em consonância com a exuberância da floresta, aliada às condições climáticas de maior umidade e as condições que favorecem o desenvolvimento vegetativo. Como citado por BRADY (1989), quando se compara vegetação natural com pastagem, observa-se uma queda no conteúdo do N-total do solo; segundo STEVENSON (1982) os teores de nitrogênio de solos virgens em regiões tropicais úmidas tendem a cair rapidamente quando

o mesmo passa a ser cultivado, sendo tal decréscimo maiores em cultivos intensivos, intermediários no caso de cereais e pequenos no caso de leguminosas e pastagens



a	a	a	a	b	b	b	b	AmP1
c	c	c	c	d	d	d	d	AmP2
e	e	e	e	e	e	e	e	CerP1
f	f	f	f	f	f	f	f	CerP2

FIGURA 24 – N- Total (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

Os horizontes superficiais apresentam as maiores concentrações de nitrogênio, concordando com constatações obtidas por CERRI (1989), em solos da Bacia Amazônia, que concluiu que 41,8% do N-total encontram-se estocados nos primeiros 20 cm do solo; devido, provavelmente, ao maior acúmulo de material orgânico nos horizontes superficiais, tanto sob vegetação natural quanto no solo cultivado, decorrentes da incorporação de tecidos vegetais.

O carbono orgânico (FIGURA 25) revela comportamento similar ao do N-Total, observando-se que o solo sob vegetação natural na Amazônia apresenta, de maneira geral, teores mais elevados deste elemento nas duas profundidades analisadas, comparando-se ao Cerrado, indicando, novamente, o possível efeito do tipo de vegetação (mais densa na Amazônia), sobre o conteúdo desse elemento no solo. Esta variação é provavelmente devido ao alto teor de carbono existente no tecido vegetal, em torno de 44% da matéria seca (BRADY, 1989), de modo a diminuir na direção da vegetação mais densa (floresta) para a mais rarefeita (cerrado).

A comparação entre vegetação natural e pastagem revela diferenças significativas em todas as situações estudadas, sendo observada uma queda gradual nos teores de C-orgânico ao se passar da primeira situação para a segunda, concordando com resultados de MORAES (1991), que observou que, de maneira geral, o carbono e o nitrogênio são bastante vulneráveis ao cultivo por estarem concentrados na camada superficial do solo. Estes resultados, porém, opõem-se aos obtidos por GREELAND & NYE (1959), os quais observaram que na maioria das regiões florestadas a decomposição da matéria orgânica não muda significativamente depois da retirada da floresta, não provocando, assim, um distúrbio muito grande ao solo. Em relação à implantação de pastagem, alguns autores (CHONÉ et al., 1991, CERRI et al., 1992) têm demonstrado que esta pode não só recuperar os teores de carbono do solo, (situação de floresta) como, em alguns casos superá-lo; os resultados ora obtidos discordam dessa afirmação.

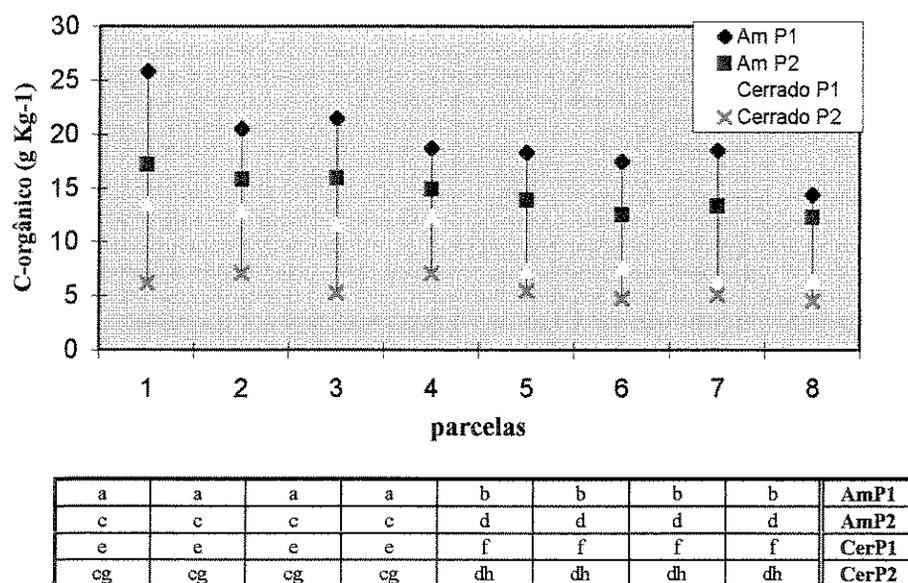


FIGURA 25 – C-orgânico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

De maneira geral, o teor de C-orgânico é maior no horizonte superficial, como também observado por MORAES (1984) o qual constatou que o conteúdo de carbono e nitrogênio em solos da Bacia Amazônica encontrou-se concentrado, principalmente, na

camada entre 0 e 20 cm, significando que 45,6% do carbono estocado estão nos primeiros centímetros do solo.

A relação C/N (FIGURA 26) apresenta um comportamento diferenciado daquele analisado isoladamente para os teores de N-Total e C-orgânico. De maneira geral, as proporções revelam variações pontuais, não revelando diferenças significativas entre as médias, sendo os maiores valores observados nas amostras coletadas no horizonte subsuperficial da floresta amazônica.

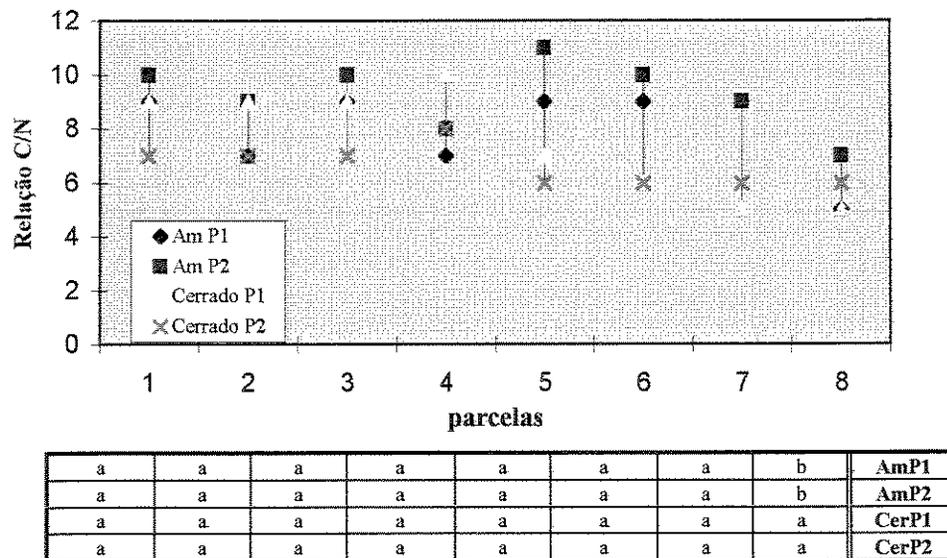


FIGURA 26 – Relação C/N (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

6.5.2. Estatística descritiva

No QUADRO 17 estão representados os valores de média, a variância, o desvio padrão (D.P), os coeficientes de variação (C.V), mínimo (Min), máximo (Max), os coeficientes de assimetria (Ass) e curtose (Curt) para os teores de C-orgânico, N-total e relação C/N em dois horizontes (A e AB) dos solos estudados.

QUADRO 17 – Valores estatísticos para os teores de C-orgânico, N-total e relação C/N

Ecossistema	Parâmetro Horizonte	Valores estatísticos							
		Média	Variância	D.P	C.V	Min	Max	Ass	Curt
Amazônia	C-org A	19.33	20.22	4.50	23.26	14.10	30.6	0.94	3.11
	C-org AB	14.23	4.24	2.06	14.47	11.40	19.5	1.07	3.35
	N-total A	2.50	0.23	0.48	19.13	1.80	3.7	0.60	2.92
	N-total AB	1.59	0.75E-01	0.27	17.20	1.0	2.0	-0.37	2.27
	C/N A	7.89	3.38	1.84	23.27	5.20	12.20	0.65	2.78
	C/N AB	9.15	2.72	1.65	18.01	6.3	12.5	0.34	2.04
Cerrado	C-org A	9.74	10.78	3.28	33.71	4.0	15.0	0.19	1.80
	C-org AB	5.72	2.31	1.52	26.57	3.4	9.5	0.92	3.02
	N-total A	1.20	0.54E-01	0.23	19.40	0.6	1.7	-0.11E-01	3.57
	N-total AB	0.82	0.13E-01	0.11	14.11	0.6	1.1	0.14	3.10
	C/N A	8.17	6.26	2.50	30.63	4.2	13.4	0.20	2.21
	C/N AB	6.98	2.99	1.73	24.77	4.0	11.9	0.90	3.80

D.P = desvio padrão; C.V. coeficiente de variação; Min = limite mínimo; Max = limite máximo; Ass = ajuste a distribuição normal pelo método da assimetria; Curt = ajuste a distribuição normal pelo método de curtose; C-org = Carbono Orgânico (g.Kg^{-1}); N- total = Nitrogênio Total (g.Kg^{-1}); C/N = relação C/N

Pela análise dos dados, pode-se observar que os valores médios encontrados para C-Org e N-Total na Região Amazônica apresentam-se superiores aos encontrados no Cerrado, nos dois horizontes estudados; estes resultados podem ter sido decorrentes das diferenças existentes na qualidade e quantidade do material orgânico incorporado ao solo. Por apresentar-se com uma cobertura vegetal mais densa, a Região Amazônica produz, em média, 20 t/ha de matéria seca/ano enquanto que no Cerrado essa produção é de apenas 7 ton/ha/ano (DEMATTÊ, 1988). Admitindo-se que o carbono e o nitrogênio do solo são intimamente ligados à composição do tecido vegetal (BRADY, 1989), esses resultados tornam-se bastante aceitáveis. Já na relação C/N se observam variações sensíveis, quando se comparam os dois ecossistemas.

Em profundidade, observam-se mudanças nos teores desses elementos, tanto nas amostras retiradas sob condição de floresta, como nas de Cerrado. MORAES (1991)

mostrou que os conteúdos de carbono e nitrogênio nos solos da Bacia Amazônica estão concentrados principalmente na camada entre 0-20 cm, significando que 45,6% do C e 41,8% do nitrogênio estão estocado nos primeiros 100 cm de solo. Desta maneira, o carbono e o nitrogênio são bastante vulneráveis ao cultivo, por estarem concentrados nas camadas mais superficiais.

Nas duas situações estudadas os coeficientes de variação apresentam-se relativamente baixos, sendo que as maiores variabilidades são observadas no horizonte superficial. Os valores de curtose e assimetria revelam distribuição aproximadamente normal para as duas situações em estudo

6.6. FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA

Como se pode observar pelos dados apresentados no QUADRO 18, as proporções de ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina, em relação ao Carbono orgânico total do solo, mantêm-se entre 8-10% para AH, 20-30% para AF e 50-70% para humina.; NASCIMENTO e MELO (1981), estudando um Latossolo Vermelho-Escuro álico sob vegetação de Cerrado, observaram que a distribuição do carbono nas frações húmicas, em relação ao C-orgânico total, foram de 4, 25 e 58%, respectivamente, para ácido húmico, ácido fúlvico e humina, resultados estes que se assemelham com os aqui obtidos.

A maior permanência da humina no solo parece ser resultado de sua insolubilidade e resistência à biodegradação, resultante da formação de complexos metálicos estáveis e/ou complexos argilo-húmicos (CORDEIRO, 1988).

Praticamente todas as pesquisas já realizadas no Brasil têm mostrado que o clima é um dos fatores preponderantes na formação e distribuição do húmus. No meio tropical úmido a mineralização da matéria orgânica tende a ser rápida e os solos geralmente apresentam as mesmas características: teor reduzido de carbono, que se acumula na superfície, decrescendo em profundidade (FERREIRA, 1986). Temperaturas elevadas durante todo o ano em solos com teor adequado de umidade favorecem os processos de decomposição e mineralização em relação aos processos de síntese; já temperaturas mais baixas em solos com adequado teor de umidade favorecem o acúmulo de húmus, como é o caso, por exemplo, dos chernozens e dos solos das pradarias dos Estados Unidos, que,

nestas condições, podem ter um teor de matéria orgânica que pode chegar até 15%. Pelo presente trabalho pode se observar que na Região Amazônica os teores das frações amostradas apresentam-se superiores ao Cerrado. As diferenças fitoclimáticas acima citadas podem justificar tais variações, pois os processos de mineralização e síntese são de natureza predominantemente microbianas (ALBERTINI, 1989).

QUADRO 18 - Ácido húmico, ácido fúlvico e humina em solos do Cerrado e da Amazônia (*).

Parcela	Profundidade (cm)	C-orgânico g.Kg ⁻¹	Ácido Húmico g.Kg ⁻¹	Ácido Fúlvico g.Kg ⁻¹	Humina g.Kg ⁻¹
PERFIL DO SOLO FLORESTA AMAZÔNICA/RO					
1	a	25.8	2.67	6.6	16.63
	b	12.8	1.78	4.50	6.60
2	a	20.5	3.51	7.0	10.0
	b	15.8	1.20	4.53	10.1
3	a	20.9	2.35	5.57	13.01
	b	13.8	1.08	4.31	8.45
4	a	18.7	2.07	4.53	12.06
	b	14.8	1.16	3.96	9.69
PERFIL DE SOLO SOB PASTAGEM/RO					
5	a	18.3	2.44	4.10	11.76
	b	13.9	0.83	3.46	9.60
6	a	17.5	2.79	4.69	10.1
	b	12.5	1.69	4.25	6.6
7	a	18.5	2.36	2.85	13.28
	b	13.3	1.04	2.93	9.33
8	a	14.4	2.67	4.22	7.50
	b	12.3	0.92	3.3	8.16
PERFIL SOB CERRADO/GO					
1	a	13.5	0.94	2.33	10.26
	b	6.2	0.93	2.51	2.80
2	a	16.6	1.37	6.67	8.52
	b	7.1	1.08	2.82	3.18
3	a	11.6	1.42	2.95	7.26
	b	5.3	0.75	2.25	2.29
4	a	12.4	1.34	2.64	8.42
	b	7.1	0.92	2.27	3.88
PERFIL DE SOLO SOB PASTAGEM/GO					
5	a	7.3	0.95	2.43	3.93
	b	5.5	0.89	2.27	2.36
6	a	7.6	0.99	2.747	4.14
	b	4.8	0.73	1.71	2.36
7	a	6.3	0.66	1.79	3.82
	b	5.1	0.67	1.85	6.69
8	a	6.3	0.66	1.83	3.81
	b	4.6	0.78	2.33	1.49

(*) Média de 3 repetições

Profundidade a - Horizontes Ao/A

Profundidade b - Horizonte AB

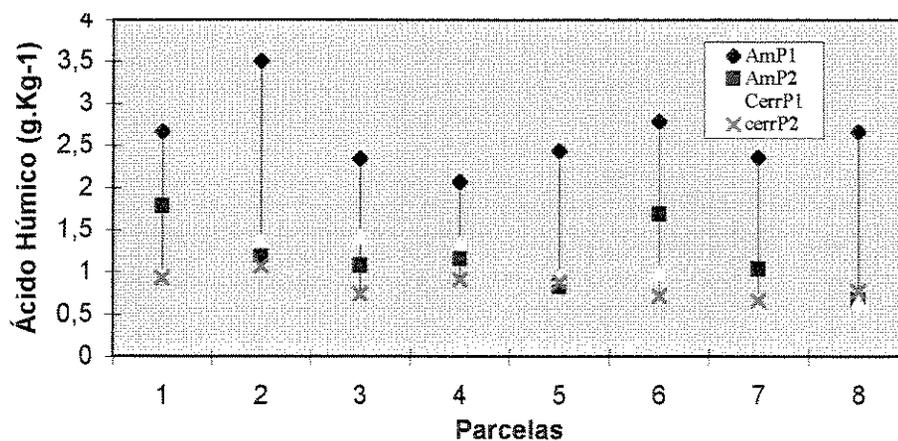
Os resultados obtidos para o Cerrado e para a Amazônia, em condição de vegetação natural ou sob pastagem, indicam que no horizonte superficial ocorre um acúmulo maior nas três frações, em praticamente todas as parcelas estudadas, sendo que o ácido fúlvico mostra maior mobilidade que as demais frações, atribuída, provavelmente, à sua maior solubilidade em água, sendo que este pode permanecer na solução do solo, depois de formar complexos com íons e, assim, ficar sujeito à lixiviação e translocação dentro do perfil e fora dele. Segundo SCHEDENAU & BETTANY (1987), o ácido fúlvico produzido por atividade biológica na superfície pode translocar-se para os horizontes B e C por percolação da água.

6.6.1. Valores médios

As FIGURAS 27, 28 e 29 apresentam os resultados obtidos a partir do trabalho clássico sobre os constituintes da matéria orgânica do solo, baseado no fracionamento em meio alcalino e meio ácido, com determinações dos teores dos elementos e propriedades físico-químicas das frações obtidas (DABIN, 1976). Duas frações principais são reconhecidas: matérias húmicas solúveis em hidróxido de sódio (NaOH 0.1N), e humina, insolúvel em meio alcalino, portanto não extraível. As matérias húmicas são ainda fracionadas em ácidos fúlvicos (AF), fração solúvel tanto em meio básico como em meio ácido, e ácidos húmicos (AH), que se precipitam em meio ácido. Os resultados apresentados referem-se aos dois primeiros horizontes dos perfis estudados.

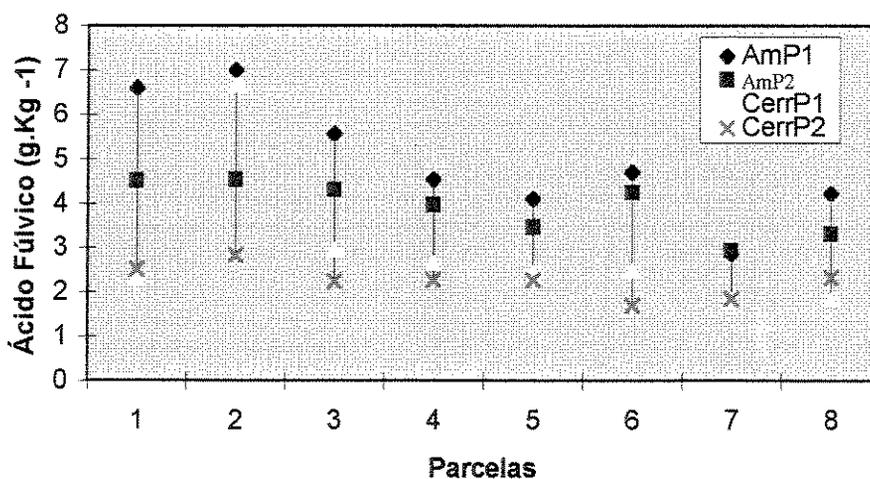
6.6.1.1. Fração alcalino solúvel: Ácidos Húmicos e Ácidos Fúlvicos

O teste de média (FIGURAS 27 e 28), para os valores de ácido húmico, apresenta diferenças significativas quanto ao ecossistema estudado, quanto à profundidade de amostragem e à distribuição das parcelas; para o ácido fúlvico, houve também diferenças significativas para manejo. Os maiores teores, tanto de ácido fúlvico quanto de ácido húmico, são encontrados no solo amostrado na Região Amazônica, apresentando o AF influências da remoção da cobertura vegetal original, para estabelecimento de pastagem; o AH mostra oscilações entre as diversas trincheiras amostradas. Já nas condições de Cerrado, não foi possível observar diferenças significativas em relação ao manejo.



a	a	a	a	a	a	a	a	AmP1
b	b	b	b	ba	b	b	b	AmP2
c	c	c	c	c	c	c	c	CerrP1
d	db	db	db	db	d	db	db	CerrP2

FIGURA 27 - Ácido húmico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).



a	a	a	a	b	b	b	b	AmP1
c	c	c	c	d	d	d	d	AmP2
e	e	e	e	f	f	f	f	CerrP1
g	g	g	g	h	h	h	h	CerrP2

FIGURA 28 - Ácido fúlvico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

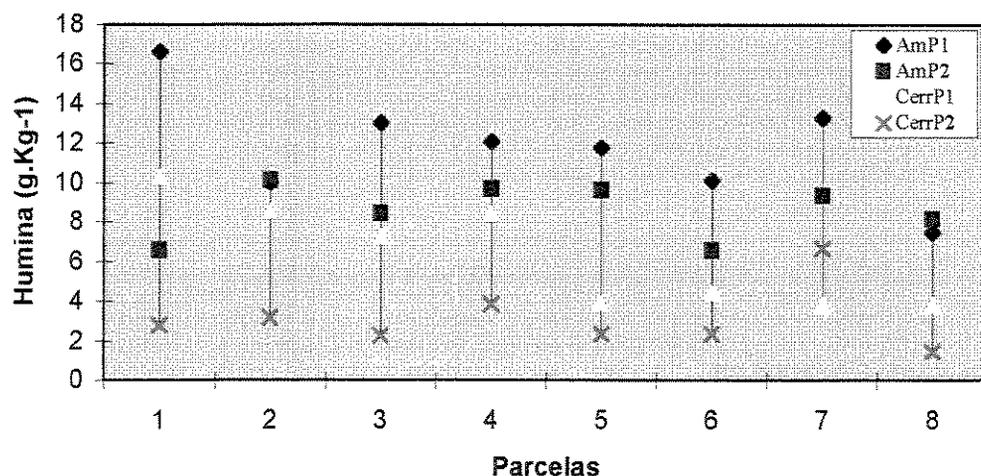
A Região Amazônica, conforme os dados climáticos apresentados anteriormente (QUADROS 5 e 6), apresenta índices de temperatura, precipitação e umidade do ar bem superiores aos encontrados na região do cerrado; VOLKOFF e CERRI (1988) concluíram que sob vegetação natural, só ocorre um tipo limitado de húmus, sendo que a repartição geográfica mostra que os tipos de húmus são determinados por três fatores principais: temperatura, acidez (saturação em bases) e a drenagem, justamente os fatores que determinam a atividade biológica. Desta forma, nos dois ecossistemas estudados as diferenças apresentadas nas condições fitoclimáticas podem ter sido decisivas na distribuição das frações alcalino solúveis, bem como na diferença apresentada entre os ecossistemas estudados.

6.6.1.2. Fração insolúvel em meio alcalino: Humina

Os dados laboratoriais obtidos para a humina, fração insolúvel em meio alcalino, foram apresentados no QUADRO 18 e a distribuição dos testes de médias na FIGURA 29.

Os valores apresentados são significativos para os fatores: ecossistema, manejo e profundidade; da mesma forma que o observado para AF e AH, os maiores valores são encontrados no horizonte superficial do solo da Região Amazônica, apresentando uma tendência à diminuição quando se passa da vegetação natural para a área da pastagem, exceto na parcela n° 7, onde o teor de humina na pastagem apresenta similaridade ao encontrado na mata. Já na situação de cerrado esse comportamento é mais evidenciado, indicando uma queda na variação da primeira situação para a segunda.

Assim, a retirada da cobertura vegetal original poderá trazer sensíveis modificações nos processos de decomposição e síntese da matéria orgânica, em função de alterações no fornecimento de material orgânico pela incorporação de restos vegetais. DESJARDINS (1991) em trabalho realizado na Amazônia, em área de substituição da floresta por capim elefante, verificou que o teor de carbono da humina só foi influenciado pelas gramíneas nos dez primeiros centímetros de profundidade.



a	a	a	a	b	b	b	b	AmP1
c	c	c	c	c	c	c	c	AmP2
d	d	d	d	e	e	e	e	CerP1
f	f	f	f	f	f	f	f	CerP2

FIGURA 29 - Humina (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições).

Ao confrontar-se a Região Amazônica e a do Cerrado, verifica-se significância no teste, ao nível estudado, para as duas situações de manejo: vegetação nativa e pastagem, sendo que o ecossistema sob floresta apresenta teores de húmida bem mais elevados, indicando novamente a influência do tipo do material orgânico incorporado ao solo e das características climáticas ocorrentes.

6.6.2. Estatística descritiva

No QUADRO 19 estão representados os valores de média, a variância, o desvio padrão (D.P), os coeficientes de variação (C.V), mínimo (Min), máximo (Max), os coeficientes de assimetria (Ass) e curtose (Curt) para frações químicas da matéria orgânica nos horizontes superficiais de amostras de solo coletadas no Cerrado e na Amazônia.

QUADRO 19 – Valores estatísticos para os teores ácido húmico, ácido fúlvico e humina.

Ecossiste Ma	Parâmetro Horizonte		Valores estatísticos							
			Média	Variância	D.P	C.V	Min	Max	Ass	Curt
Amazônia	AH	A	2.61	0.28	0.53	20.25	1.89	4.26	1.16	4.62
	AH	AB	1.21	0.22	0.46	38.24	0.63	2.71	1.52	5.44
	AF	A	4.95	2.29	1.51	30.63	2.28	8.12	0.73	2.86
	AF	AB	3.91	0.84	0.91	23.34	2.40	6.70	0.88	4.61
	Hum	A	11.77	16.44	4.05	34.44	2.82	21.94	0.21	3.38
	Hum	AB	9.09	3.17	1.78	19.58	5.52	13.83	0.61	3.75
Cerrado	AH	A	1.03	0.17	0.34	32.94	0.51	1.63	0.17	1.83
	AH	AB	0.84	0.46E-01	0.21	25.44	0.39	1.34	0.37E-01	2.77
	AF	A	2.44	0.37	0.61	25.16	1.52	3.73	0.35	2.05
	AF	AB	2.25	0.17	0.41	18.35	1.28	3.15	-0.31	3.03
	Hum	A	6.27	8.55	2.92	46.64	1.72	11.52	0.44	2.02
	Hum	AB	2.62	2.01	1.42	54.17	0.37	6.48	1.01	3.62

D.P = desvio padrão; C.V. coeficiente de variação; Min = limite mínimo; Max = limite máximo; Ass = ajuste a distribuição normal pelo método da assimetria; Curt = ajuste a distribuição normal pelo método de curtose; AH = ácido húmico (g.Kg⁻¹); AF = ácido fúlvico (g.Kg⁻¹); Hum = humina (g.Kg⁻¹).

Os valores médios encontrados para o AH, AF e humina na Região Amazônica são superiores aos encontrados no Cerrado. A composição e as propriedades da matéria orgânica variam em função do material orgânico original, das condições de decomposição, da biossíntese e do tempo considerado.

Nas duas situações estudadas, as frações AH e humina concentram-se, predominantemente, no horizonte superficial; o AF, apresenta, no horizonte subjascente, valores similares aos encontrados no horizonte superficial. Segundo GREELAND (1965), o ácido fúlvico é uma fração que pode permanecer em solução, depois de formar complexos com íons e, assim, aumentar a lixiviação e translocação de elementos dentro do perfil do solo ou para fora dele. Os ácidos fúlvicos produzidos por atividade biológica na superfície podem translocar-se para os horizontes B e C por percolação da água (SCHENAU & ETTANY, 1987).

Quanto às proporções entre as frações orgânicas, os resultados aqui obtidos concordam com os encontrados na literatura, mostrando, em média: 5-17; 25-35 e 51-66 % de AH, AF e humina, respectivamente (NASCIMENTO & MELO, 1981; VARACDACHAN & GHOSH, 1984).

Os maiores coeficientes de variação são observadas no horizonte superficial, nas duas condições estudadas, sendo que, de maneira geral, ficam próximos a 30%; os valores de curtose e assimetria revelam distribuição aproximadamente normal para essa variável.

6.7. INTERAÇÕES DAS FRAÇÕES ORGÂNICAS E INORGÂNICAS

Com base nos resultados obtidos, procurou se estabelecer correlações entre substâncias orgânicas e inorgânicas nos ecossistemas estudados, levando-se em conta que alguns aspectos importantes dos solos devem estar diretamente relacionados com a presença de substâncias húmicas, que são consideradas como biogeopolímeros amorfos, participando de uma série de interações no solo (FERREIRA, 1997). Estas interações encontram-se dispostas na QUADRO 21.

QUADRO 20- Correlações entre substâncias orgânicas e inorgânicas.

Substâncias inorgânicas/ Substância orgânica	Ar	Sil	Arg	DMP	Um	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC
C-Orgânico	-0.43	0.43	—	0.52	0.75	-0.63	0.44	—	—	—	0.84	0.80
N-total	-0.39	0.42	—	0.56	0.74	-0.69	0.31	—	—	—	0.85	0.88
Relação C/N	—	—	—	0.36	0.64	-0.12	—	—	—	—	—	—
Ac. Fúlvico	0.45	0.30	—	0.56	0.78	-0.66	0.52	—	—	—	0.81	0.83
Ac. Húmico	-0.33	0.55	—	-0.61	0.85	-0.75	0.50	—	-	—	0.81	0.87
									0.53			
Humina	-0.33	0.32	—	-0.57	0.61	-0.22	0.32	—	0.34	—	0.67	0.85

Ar = areia; Sil= silte; Arg = argila; DMP = diâmetro médio ponderado; Um = umidade; P = fósforo; K = Potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; CTC = capacidade de troca catiônica

As correlações entre os componentes granulométricos (areia, silte e argila) e os orgânicos demonstram haver uma correlação negativa com a areia e positiva com o silte (exceto para a relação C/N, em ambos os casos), sendo que a fração argila não mostra correlação linear significativa com nenhum dos componentes estudados. Resultados similares ao silte e contrários à argila são encontrados por FERREIRA (1997), que observou haver uma relação positiva entre o teor de argila, silte fino e o nitrogênio. A correlação da areia com a AF é a única que apresenta-se positiva. Segundo alguns autores (VOLKOFF, 1977; VOLKOFF et al. 1978, 1979; DESJARDINS, 1991) as frações compostas pelos AF e humina de precipitação apresentam relativa resistência à biodegradação e aparecem fortemente ligadas à matéria mineral, apresentando uma relação

positiva. A não significância observada entre a argila e os compostos orgânicos difere do observado por alguns autores (FERREIRA, 1986, MENDONÇA, 1995) os quais observaram que o teor de argila tem uma relação direta com a quantidade total de carbono no solo. Esta discrepância não encontra aqui uma explicação plausível, já que se esperava correlação positiva entre ambos.

Essas relações são de grande importância, pois, segundo FELLER (1991) que estudou o efeito da textura sobre a estocagem e a dinâmica da matéria orgânica nos solos ferruginosos e ferralíticos da África do Oeste, os estoques orgânicos dos solos, cultivados ou não, são mais determinados pela textura do que pelo clima e com o cultivo (entre 3 e 10 anos); assistiu-se a uma diminuição de 30 a 40 % do estoque orgânico, diminuição essa tanto mais rápida quanto mais arenoso o solo.

Por outro lado, as correlações com a umidade apresentam-se positivas, indicando que aumentos nos seus teores promovem elevações nos teores dos elementos correlacionados, justificados, provavelmente, por incrementos na produção de biomassa no solo, devido à proliferação de micro e macrorganismos, em decorrência da abundância de água. Cabe ressaltar também que, devido à sua alta higroscopicidade (até vinte vezes o seu peso), o húmus melhora a retenção de água no solo, concorrendo para diminuir o escoamento superficial; assim, nos solos menos arenosos, substâncias húmicas melhoram o abastecimento de água para as plantas (KIEHL, 1985).

Quanto ao diâmetro médio dos agregados (DMP), pode se observar uma positiva correlação com o C-orgânico, N-total e relação C/N, dados que confirmam os obtidos por LEPRUN (1985 e 1988), que encontrou correlações altamente significativas entre as características físicas, taxas de matéria orgânica, perdas de água do solo e produtividade, afirmando que se poder-se-ia estimar a degradação de um solo conhecendo-se sua taxa de matéria orgânica e estabelecendo um limite crítico que não deveria ser ultrapassado. O AF mostra correlações positivas com o DMP, confirmando os resultados obtidos por alguns autores (SCHNITZER, 1969; DABIN, 1976; DESJARDINS, 1991), os quais relataram que as datações realizadas com o rádio carbono indicaram que os AF têm uma considerável resistência à degradação biológica, contribuindo na formação de compostos estáveis no solo. Em relação ao AH e à humina, as correlações apresentam-se negativas, indicando que aumentos progressivos nestas promovem diminuição no diâmetro médio dos agregados do

solo. Alguns trabalhos produzidos, tanto no Brasil como na África tropical, mostram que a passagem das formas de húmus menos polimerizadas, que não se precipitam em meio básico e em meio ácido, coincidem com a degradação da estrutura (FELLER, 1972, DESJARDINS, 1991; MENDONÇA, 1995). Percebe-se, assim, que, embora o teor de matéria orgânica seja muito importante, mais importante ainda é o tipo de fração que predomina, ou mesmo, a proporção entre as diferentes frações, fator decisivo no papel desempenhado pela matéria orgânica no solo (FERREIRA, 1986).

O pH revela correlações negativas com todos os dados descritos, indicando que aumentos nos conteúdos de C-orgânico, N-total e nas diferentes frações da matéria orgânica (exceto AF) promovem uma acidificação do solo, resultados esses que contrariam os obtidos por ORLANDO FILHO et al. (1983), que relataram que um dos efeitos da adição da matéria orgânica no solo foi a elevação do pH. Os resultados obtidos podem ser atribuídos à calagem a que foram submetidos os solos sob pastagem, promovendo uma elevação no pH (valores superiores ao apresentados nos solos sob vegetação natural - FIGURA 19), indicando que parcelas onde não são adicionadas grandes quantidades de matéria orgânica (pastagem) possam apresentar valores de pH superiores aos das parcelas que sofrem grandes adições de matéria orgânica (vegetação natural). Quando a atividade biológica é reduzida (meios ácidos e dessaturados ou redutores), a matéria orgânica é constituída, principalmente, de precursores do AH e AF, que são solúveis e migram em profundidade; como são altamente complexantes, carregam consigo cátions, acidificando ainda mais o meio, sendo que a intensidade do fenômeno varia em função do meio e das condições climáticas (FERREIRA, 1997).

Quanto aos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e os valores de $H + Al$, pode-se observar que o potássio e o magnésio não apresentam correlações com os componentes orgânicos estudados; o cálcio apresenta correlações negativas com os valores de AH e Humina (respectivamente -0,35 e -0,34); os teores de fósforo e $H+Al$ apresentam correlações positivas (exceto com relação C/N). SCHNITZER (1969), investigando as reações entre os ácidos fúlvicos e os componentes inorgânicos do solo na formação de Podzóis, observou que o alumínio e o ferro revelaram ser os cátions que, em contato com os AF formam os complexos mais estáveis; assim pode se entender a importância da relação entre alguns cátions e a matéria orgânica. A natureza do cátion é

muito importante, pois a força de polimerização do mesmo é traduzida pelo potencial iônico. Isso explica porque o cálcio é muito pouco eficaz como cátion de ligação e, principalmente, porque o alumínio e o ferro desempenham nos solos, um papel maior. Este papel é reconhecido não somente para os íons livres trocáveis, mas também e sobretudo, aos polihidróxidos (BRUCKERT, 1979).

Os valores de CTC apresentam correlações positivas com os componentes orgânicos estudados, exceto com a relação C/N, indicando que aumentos nos teores de matéria orgânica, incorporada ao solo, promovem aumentos na CTC, resultados esses que concordam com os obtidos por Silva & Resk (1992) apud, FERREIRA (1997) que observaram que a degradação nos conteúdos de material orgânico, corresponde a uma perda na capacidade de troca, sendo que esta depende mais da fração orgânica quanto mais arenoso for o solo. A capacidade de troca catiônica (CTC) de frações isoladas de húmus vai de 300 a 1400 meq/ 100g, sendo esta muito importante em solos tropicais, onde a fração mineral apresenta reduzida capacidade de reter e trocar cátions (calinita 3 a 15 meq/100 g). A CTC da matéria orgânica tem sua origem nas cargas negativas oriundas dos grupos carboxílicos e fenólicos, que apresentam um átomo de hidrogênio ionizável e ao alto grau de subdivisão das frações do húmus, que lhe confere uma enorme superfície específica (STEVENSON, 1982).

Com esses resultados pode se observar a estreita relação existente entre os componentes orgânicos e inorgânicos dos solos estudados. Desta forma, pode se dizer que a retirada da cobertura vegetal original e a conseqüente diminuição no fornecimento de material orgânico ao solo promove mudanças nas suas características. A produção anual de matéria seca, de acordo com DEMATÊ (1988), é de 20 t/ha em florestas tropicais, 7 t/ha em condições de cerrado e 10 t/ha de matéria seca ao ano em floresta temperada. Assim, principalmente em regiões tropicais, onde intensos processos de intemperismo fazem com que a fertilidade natural seja extremamente dependente do conteúdo orgânico (OKALI, 1992), a adição constante de matéria orgânica é de grande importância para a manutenção de tais ecossistema.

Um outro aspecto a ser considerado é a estabilidade dos agregados em água, que também apresenta correlações com os conteúdos orgânicos no solo. Posto que o cultivo acarreta uma diminuição no teor de matéria orgânica, por sua exposição e conseqüente

oxidação, a estabilidade dos agregados existentes na camada superficial do solo tende a diminuir com a implantação de atividades agrícolas (FORTUN & FORTUN, 1985).

7. CONCLUSÕES

Os dados obtidos com as análises de solo, nas condições impostas pelo trabalho e o delineamento experimental adotado, possibilitaram estabelecer as seguintes conclusões:

- a) Ocorrem diferenças significativas entre ambos os ecossistemas estudados para os parâmetros: DMP dos agregados, pH, T, V%, S e teores de P, K, Mg, H+Al, N-total, C-orgânico, AF, AH e humina. Na condição de floresta o solo tende a revelar, de maneira geral, uma melhor estruturação, ligada aos maiores teores de matéria orgânica nas suas diferentes frações, decorrentes, provavelmente, de uma conjunção de fatores que consideram diferenças na quantidade e na qualidade do material orgânico incorporado ao solo, bem como as condições fitoclimáticas existentes, que favorecem o desenvolvimento vegetativo.
- b) Há uma estocagem mais nítida de P, Ca, Mg, maiores valores de T, N-total, C-orgânico, AF, AH e Humina nos horizontes superficiais dos dois ecossistemas (floresta e cerrado) para as duas condições de manejo estudadas (vegetação natural e pastagem), evidenciando o efeito do tipo de cobertura vegetal sobre o conteúdo e a distribuição dos componentes orgânicos e minerais em solos tropicais.
- c) As mudanças na cobertura vegetal original, no sentido vegetação natural-pastagem, são acompanhadas por uma diminuição no DMP dos agregados, sendo mais pronunciada na região do cerrado, como também nos teores de N-total, C-orgânico, AF e humina, indicando que, de maneira geral, estes parâmetros são bastante vulneráveis ao cultivo, principalmente por estarem concentrados na camada superficial do solo. Já o complexo trocável e as frações granulométricas não mostram efeitos de modificações pela mudança na cobertura vegetal original, uma vez que a dinâmica dos nutrientes nesses solos não parece ter sido alterada por tais práticas.
- d) Alguns constituintes orgânicos e inorgânicos mostram-se mais evidentemente correlacionados, cuja dinâmica está, certamente, muito ligada à remoção da cobertura vegetal original, com a conseqüente alteração no fornecimento de material orgânico ao solo.

8. LITERATURA CITADA

AB'SABER, A. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileira. In: *III Simpósio sobre o cerrado*, São Paulo ...*Anais*, p. 1-14, 1971.

ALBERTINI, P.E.G. Efeito da adição de resíduos das culturas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench e *Dolichos lablab* (L.) sobre o carbono e nitrogênio de frações da matéria orgânica de um Latossolo Roxo. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1983. 86p. (Dissertação de Mestrado).

ANGULO, R.J., ROLOFF, G., SOUZA, M.L.P. Correlação entre as diferentes formas de determinação e representação da estabilidade e resistência de agregados do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.8, p. 7-12, 1984.

BATES, J.A.R. Studies of a Nigerian forest soil: I. The distribution of organic matter in the profile and in various soils fractions. *The J. Soil Sci.*, v. 11, p. 246-256, 1984.

BAVER, L.D. FARWOETH, R.B. Soil structure, effects in the growth of sugar beets. *Soil Sci Soc. of Am. Proc.*, Madison, v.5, p. 45-48, 1972.

BENITO RUEDA, E., DIAZ-FIERROS UIQUEIRA, F. Estudio de los principales factores que intervienen en la estabilidad estructural de los suelos de Galicia. *Am. Edafol. Agrobiol.*, v. 48, p. 229-253, 1989.

BENNEMA, J., CAMARGO, M.N., WRIGH, T. Regional contrast in South American soil formation, in relation to soil classification and fertility. *Intern. Soil Conf.*, New Zealand, p. 1-15, 1962.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do solo.** / "The nature and properties of soil". trad. Antônio B. Neiva Figueiredo F^o, 7^o ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989, 878p.

BRUCKERT, S. Analyse des complexes organo-minéraux des sols (cap.IX). In: BONNEAU, M. et. SOUCHEIR, B. (Coors.) **Constituants et propriétés du sol.** Paris: Masson, 1979 (Coleção Pédologie v.2)

BUCKMAN, H.O., BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos.** 6^a ed. Rio de Janeiro, Ed. Freitas Bastos, 1989, 647p.

CERRI, C.C., VOLKOFF, B. Matéria orgânica de três solos de campos inundáveis da Ilha de Marajó (PA). *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, n.12, p.93-100, 1988.

- CERRI, C.C. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagem. In: *Simpósio sobre ecossistemas de pastagem...Anais*, p. 135-147, 1989.
- CERRI, C.C., MORAES, J.F.L., VOLKOFF, B. Dinâmica do carbono orgânico em solos vinculados à pastagens da Amazônia brasileira. *Investigation Agrária*, Madrid, v.1, n.1, p. 95-102, 1992.
- CHESTERS, G., ATTOE, O.J., ALLEN, O.N. Soil aggregation in relation to various soil constituents. *Soil Sci. Soc. of Am. Proc.*, Madison, v. 21, p. 272-277, 1957.
- CHONÉ, T., ANDREUX, F., CORREA, J.C., VOLKOFF, B., CERRI, C.C., Changes in matter in an oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ^{13}C isotopic composition In: *Berthelin, J. ed. Diversity of environmental biogeochemistry*. Amsterdam, Elsevier, p. 397-405, 1991.
- CIMA, Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, o desafio sustentável. Relatório para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento 1991. 204p.
- CLARK, I. *Practical geostatistics*. New York: Applied Science, 1979, 129 p.
- COELHO, M.R., COSTA, L.M. da, FIGUEIREDO, M.de S. Alterações na matéria orgânica de um latossolo sob cerrado sob diferentes sistemas de manejo In: *Reunião de Manejo e Conservação do Solo e da Água...Anais*, Jaboticabal, p.143-144, 1992.
- CORDEIRO, M.A. de M. **Estudo comparativo de ácido húmico e ácido fúlvico de diferentes localidades**. São Carlos: Instituto de Física e Química/USP, 1988. 121p. (Dissertação de Mestrado).
- DABIN, B. **Curso sobre matéria orgânica do solo**. Parte 1. Análise dos compostos húmicos do solo: Piracicaba: CENA, 1976, 115p.
- DEMATTE, J. L. I. **Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos da região amazônica**. Fundação Cargill, Campinas, 1988. 215p.
- DESJARDINS, T. **Variations de la distribution de la matière organique (carbone total et ^{13}C) dans les sols ferrallitiques du Brésil. Modifications consécutives à la déforestation et à la mise en culture en Amazonie orientale**. Nancy, 1991. Thèse docteur de la Université de Nancy I.
- DUCHAUFOR, Ph. **L'elolution dos Sols. Essai sur la Dynamique des Profils**. Paris,, Masson et Cie., 1968. 94p.

- ESPÍNDOLA, C.R., GALHEGO, H.R. Pseudo-partículas texturais em solos da região central do Estado de São Paulo. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Salvador,....**Anais**, p. 22-23, 1981.
- ESPÍNDOLA, C.R., LONGO, R.M. FERNANDEZ, M.R. La degradación des sols cultivés dans les différents biosystems brésiliens. In: 13th Intern. Congress on Agricultural Engineering, Rabat (Marroco), 1998....**Proceedings**, v.1., p. 235-240.
- EWEL, J.J.; MAZZARINO, M.J.; BERISH, C.W. Tropical soil fertility changes under monocultures and successional communities of different structure. *Ecological Applications*, v.1, p. 289-302, 1991.
- FARIA, A. Projeto Piranhas - Relatório Final. Brasília, DNPM/FUB, Vol. 1, 1975.
- FEARNSIDE, P.M. Estimation of human carrying capacity in rainforest areas. *Tree*, v.5, p. 192-196, 1990
- FEDERER, C. Subjectivity in the separation of organic horizons of the forest floor. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, madison, v.46, p.1090-1093, 1982.
- FEIGL, B.J. **Dinâmica da matéria orgânica do solo na sucessão floresta/pastagem na Amazônia (Rondônia)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994, 68p (Tese de doutorado).
- FELLER, C. Evolution des sols de défriche récente dans region des Terres Neuves (Sénégal Oriental) 2^{ème} partie: Aspects biologiques et caractéristiques de la matière organique. *Cah. ORSTOM*, Paris, Sér. Pédol. v. 15, n.3, p. 291-302, 1977.
- FELLER, C.; FRITSCH, E.; POSS, R. et al. Effect de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques dans quelques sols ferrugineux et ferralitiques (Afrique de l'ouest, en particulier). *Cah. ORSTOM*, Paris, Sér. Pédol. v. XXVI, n.I, p.25-36, 1991.
- FERNANDES, M.R. **Alterações na estrutura de latossolos argilosos submetidos ao uso agrícola**. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 1993. 186p (Dissertação de Mestrado)
- FERNANDES, B., GALLOWAY, H.M., BROSNON, R.D., MANNERING, J.V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 7, p. 329-333, 1983.
- FERREIRA, L.M. **Estudo de Latossolos de Atltitude derivados das formações Caboclo e Tombador - Chapada Diamantina - Regiões de Seabra e Utinga**, Salvador, Instituto de Geociência/UFBA, 1986. 150 p. (Dissertação de Mestrado).
- FERREIRA, M.E., SOUZA, E.A., TOLEDO Jr, KRONKA, S.N., ALOISI, R.R. Influência do selênio e do cobre na determinação do nitrogênio total de solos. In: *Encontro Regional da SBPC*, Jaboticabal, v.1., p. 56, 1974.

- FERREIRA, L.M.. **As interações entre a fração mineral e a fração orgânica em solos da região de Bauru - SP., USP/SP, 1997. 214p.**(Tese de Doutorado)
- FERRI, M.G. Ecologia dos Cerrados. In: *FERRI M.G. Coord. IV Simpósio sobre cerrados: bases para utilização agropecuária.* São Paulo, SP, Ed. USP/LIV. Itatiaia Ed.. p. 15-33, 1979.
- FORTUN, C., FORTUN, A. Diversos aspectos sobre el papel de la materia organica humificada en la formacion y estabilizacion de los agregados del suelo. *Ann. Edaf. y Agrob.*, v. 48, p. 185-204, 1989.
- FRIPIAT, J.J, HERBILLON, A.J. Formation and transformation on clay mineral in tropical soils. In: *Soils and Tropical Weathering, Proceedings of the Bandung Symposium. Paris, UNESCO*, p. 15-24, 1971.
- FUNDAÇÃO IBGE. Estudo geoambiental da Estação de Zootecnia - Senador Canedo. Convênio FINEP/PACDCT/EMGOPA/FUNDEPEC, 1994.
- GAVANDE, S.A.. **Física de suelos : principios y aplicaciones.** México; Editorial Limus S.A., 1976. 351p.
- GENTRY, A.H. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or accident of the Andean orogeny? *Ann. Missouri Bot. Gard.* v. 69, p. 557-593, 1982.
- GERALDES, A.P.A. **Carbono, Nitrogênio e biomassa microbiana do solo em uma cronosequência floresta-pastagem em Paragominas, Pará (Amazônia oriental).** Piracicaba: ESALQ/USP, 1993, 68p (Dissertação de Mestrado).
- GIULIETTI, A.M. Biodiversidade da região sudeste. In: *II Congresso Nacional sobre Essências Nativas, ...Anais*, São Paulo, p.125-130, 1992.
- GREELAND, D.G. Interation between clays and organic compunds and its effects on soil properties. *Soil Fert.*, v. 28, p. 232-251, 1965.
- GREELAND. D.J., NEY, P.H. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soil under natural fallows. *J. Soil. Sci.* v.10, p. 284-299, 1959.
- GRISSI, B.M., Metodologia da determinação de biomassa microbiana de solo. *R. bras. Ci. Solo*, v. 2, p. 167-172, 1984.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 19, p. 319-328, 1960.

- GUPTA, V.V.S.R., GERMIDA, J.J. Distribution of soil microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biol. Biochem.*, v.20, p.777-785, 1988.
- HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. FUNDAÇÃO CARGIL, Campinas, 1985, 143p.
- HARRIS, R.F., CHESTERS, G., ALLEN, O.N. Dynamics of soil aggregation. *Advances in Agronomy*, Wisconsin, v.18, p.107-169, 1966.
- HERBILLON A.J. Degree of weathering, surface properties of clays and classification. In: Geeland, D.F., ed. *Characterization of soils in relation with their classification and management.*, Oxfor, Oxifrod Univer. Press, p. 80-86, 1981.
- HERNANI, L.C., SAKAI, E., ISHIMURA, I., LEPSH, I.F. Influência do método de limpeza do terreno sob floresta secundária em Latossolo Amarelo do Vale do Ribeira, SP. I Dinâmica de atributos químicos, físicos e produção de milho. *R. Bras. Ci. Solo, Campinas*, v. 11, p. 205-213, 1987.
- HERRERA, R., JORDAN, C.F., KLINGE, H., MEDINA, E. Amazon Ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. *Interciência*, v.3. p.223-232, 1978.
- HERRERA, R., JORDAN, C.F., MEDINA, E., KLINGLE, H. How humans activities disturb the nutrient cycles of a tropical rainforest in Amazonia. *Ambio*, 18B, n.1, p.13-19, 1988.
- KEMPER, W.D., CHEPIL, W.S. Aggregate stability. In: Black, c.a., ed. *Methods in soil analysis. Am. society of Agron. Part 1*, Modison, Wisconsin, p. 499-509, 1965.
- KER, J.C.; CHAGAS, C.S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; PEREIRA, N.R. **Levantamento semidetalhado dos solos da Microbacia Piloto do Córrego do Taquara-DF**. Relatório. 1990.
- KIEHL, E.J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979, 262 p.
- LAL, R., GREELAND, B.J. **Soil physical properties and crop production in tropics**. Chichester: John Wiley, 1979, 44p.
- LEMONS, R.C., SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Campinas, 1996, 45p.
- LEPRUN, J.C. La conservation et la gestion des sols le Nordeste brésilien. Particularités, bilan et perspectives. *Cah. ORSTOM*, Paris, Sér. Pedol. v. XXI, p.257-284, 1985.

- LEPRUN, J.C. Matière organique et conservation des sols. Exemples brésiliens. *Cah. ORSTOM*, Paris, Sér. Pedol. v. XXIV, p.333-334, 1988.
- LONGO, R.M. Efeito da vinhaça in natura e biodigerida em propriedades de um solo cultivado com cana-de-açúcar. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 1994, 98p. (Dissertação de mestrado).
- LONGO, R.M., BONI, N.R., ESPÍNDOLA, C.R., ROCHA V.R. The effects of vinasse application on the structure of cultivated tropical soils. In: 3rd Eastern Canada Soil Structure Workshop, ...**Proceedings**. Ontario, p.198-210,1996.
- MACBRATNEY, A.B., WEBSTER, R. How many are needed for regional estimation of soil properties? *Soil Sci*, Baltimore, v. 135, n.3, p. 177-183, 1983.
- MAGNAGO, H., SILVA, M.T.M., FORZAN, B.C. Vegetação. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE22. Goiânia, Rio de Janeiro. 1983 (Levantamento de Recursos Naturais, 31).
- MALLEUX, J. O controle dos desmatamentos dos recursos florestais tropicais: uso de sensoriamento remoto. In: **Anais - VII Congresso Florestal Brasileiro**, Curitiba, p.254-259, 1993.
- MAMEDE, L., ROSS, J.L.S., SANTOS, L.M. dos, NASCIMENTEO, M.A.L.S. do. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE. 22- Goiânia. Rio de Janeiro, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).
- MANARINO, R.P., VOLKOFF, B., CERRI, C.C. Comparação do húmus de capoeira e de floresta natural em Latossolos Amarelos da região Amazônica, Brasil. In: *Colóquio Regional sobre Matéria Orgânica no Solo*. Piracicaba-SP, p. 51-57, 1982.
- MBAGWU, J.S.C. Mulching on Ultisol in souther Nigéria: Effect on physical properties and maize and cowpe ayields. *J. Sci. Food Agric*. v. 57, p. 517-520, 1991.
- MELLO, F.A.F., BRASIL SOBRINHO, M.O.C., ARZOLLA, S., SILVEIRA, R.I., COBRA NETTO, A., KIEHL, J.C. **Fertilidade do solo**, Nobel, São Paulo, 1988.400p.
- MELO, D.P. da COSTA, R.C.R. NATALI, FILHO, T.N. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SC 20 Porto Velho, Rio de Janeiro, 1978. (Levantamento de recursos naturais, 16)
- MELO, W.J. **Variação do N-amoniacal e N-nítrico em um latossolo roxo cultivado com milho (*Zea Mays*, L.) e com Lablab (*Dolichos Lablab*)**, Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1974. 104p.

- MELO, W.J. **Matéria orgânica, nitrogênio e enxofre**. Curso de Atualização em Fertilidade do Solo, Jaboticabal, 1978, 1978.
- MELO, W.J. **Matéria orgânica no solo**. Apostila do curso de pós-graduação/ UNESP – Jaboticabal, 1994, 125p.
- MELO, V.F., SILVA, J.R.C. Propriedades físicas de um Latossolo Amarelo álico, em áreas sob cultivo e vegetação natural de cerrado. In: *XXV Cong. Bras. de Ci. do Solo*, Viçosa, ... **Anais**, v.3, p. 1890-92, 1995.
- MENDONÇA, E.S. Oxidação da matéria orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de latossolos. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.1, n.1, p.25-30, 1995.
- MENDONÇA, E.S., ROWELL, D.L. Dinâmica do alumínio e de diferentes frações orgânicas de um latossolo argiloso sob cerrado e soja. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 18, n.2, p. 295-303, 1994.
- MIYASAKA, S., CAMARGO, O.A., CAVALIERI, A.P., GODOY, I.J., CURI, S.M., LOMBARDI NETO, F., MEDINA, J.C., CERVELLINI, G.S., BULISANI, E.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. São Paulo, Fundação Cargill, 1983. 138p.
- MORAES, J.F.L. **Conteúdo de Carbono e Nitrogênio e tipologia nos solos da Bacia amazônica**. Piracicaba, CENA/USP. 1991, 84p. (Dissertação de Mestrado).
- MORAES, W.V. **Comportamento de características e propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de cultivo**: Lavras: ESAL, 1984, 207 p. (Dissertação de Mestrado).
- NASCIMENTO V.M., ALMENDROS, G., FERNANDES, F.M. Evolution patterns of the soil organic matter in some agricultural systems in Brazilian "Cerrado" region, *Eur. J. Soil Biol.*, p 1-6, 1993.
- NASCIMENTO, V.M., MELO, W.J. Efeito da rotação de culturas sobre o teor de matéria orgânica de um solo sob vegetação de cerrado. *Científica*, São Paulo, 1981.
- NASCIMENTO, C., HOMMA, A. **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola**. EMBRAPA/CPATU. Belém, 1984, 282p.
- NELSON, B.W. Diversidade florística de ecossistemas amazônicos. In: *II Congresso Nacional sobre Essências Nativas*,... **Anais**, p. 111-118, 1992.
- NYE, P.H., FOSTER, A.G. Relative phosphorus uptake to crop and natural fallow from different parts of their root zone. *J. Agric. Sci.*, v. 56, p. 299-315, 1961.
- NYE, P.H., GREELAND, D.J. The soil under shifting cultivation. Technical Communication, n. 51, *Commonwealth Bureau of Soils*, Harpenden, 1960.

- NYE, P.H., GREELAND, D.J. Changes in the soil after clearing tropical forest. *Plant and Soil*, v.21, p. 101-107, 1964.
- OKALI, D.U.U. Sustainable use of west African moist forest lands. *Biotropica*. V.24, p. 335-344, 1992.
- OLIVEIRA, V.A, FRAGA, A.G.C. Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Zootecnia da EMGOPA Senador Canedo/GO. In: *XXV congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Viçosa, ... **Anais**, p. 1696-1697, 1995.
- ORJUELA, H.B. **El suelo: una vision sobre sus componetes biorgánicos**. Pasto Universidade de Marinõ, 477p. 1989.
- ORLANDO FILHO, J. Sistemas de aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar. *Álcool e Açúcar*, São Paulo, v.1., p.28-32, 1983.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Biblioteca Geográfica Brasileira, Série D, Fundação IBGE, Rio de Janeiro, n.3, 1974. 163p.
- PEREIRA FILHO, E. Levantamento detalhado dos solos da EMBRAPA/Porto Velho. Produção interna, 1997, 32p.
- PRANCE G.T. Perdendo Rondônia. *Rev. Cienc. Hoje*, v.6 (36), p. 48-56, 1987.
- PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1987. 541p.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991, 343p.
- RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H., FERREIRA, M.E., LOPES, A.S., BATAGLAI, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. FUNDAÇÃO CARGIL, Campinas, 1987. 170p
- RANDO, E.M. **Alterações nas características e propriedades físicas de um latossolo roxo distrófico, ocasionadas pelo cultivo convencional**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1981. 161p. (Dissertação de Mestrado).
- REICHEL, D.E. Dynamic properties of foresty ecosystems. International Biological Programde. *Cambridge University Press*, Cambridge, 683p., 1981.
- REICHMANN NETO, F.R. Recuperação de áreas degradadas na região sul. In: *VII Congresso Florestal Brasileiro*, São Paulo, p. 102-107, 1993.
- REIS, A.C.S. Climatologia dos cerrados. In: *III Simpósio sobre o Cerrado*, São Paulo, p. 15-25, 1971.

- SCHEDENAU, J.J., BETTANY, J.R. Organic matter leaching as a component of carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur cycles in a forest grassland and gleyed soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, v. 51, p. 646-651, 1987.
- SANCHES, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York, 1976. 76p.
- SCHNITZER, M. Reactions between fulvic acid, a soil humic compounds in inorganic soil constituents. *Soil Sci.*, v. 33, p. 75-81, 1969.
- SCHNITZER, M. Organic matter characterization. In: *Methods of soil analysis*. PAGE, A.L. (ed), Wisconsin, Madison, *American Society of Agronomy*, Inc, parte 2, p. 581-594 (Agronomy), 1982.
- SILVA et al. Vegetação. In In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE. 20- Porto Velho. Rio de Janeiro, 1978. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- SMYTH, J.T. Manejo da fertilidade do solo para produção sustentada de cultivos da amazônia. In: *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Soc. Bras. De Cienc. Do Solo, Viçosa, p. 71-93, 1996.
- SOEMBROEK, W.G. Soils of the Amazon region In: *The Amazon. Limnology and landscape ecology of migley tropical river and its basin*. W.Junk Publ., Dordrecht, p. 521-535, 1984.
- SPAROVEK, G. **Amostragem e análise de dados edafoclimáticos de um remanescente florestal no município de Pindorama (SP)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1993, 132p (Tese de Doutorado).
- STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**. New York, John Wiley e Sons, 1982. 443p.
- TISDALL, J.M., OADES, J.M. The management of ryegrass to stabilize aggregates of a red-brown earth. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, v.18, p.415-422, 1980.
- TRAGMAR, B.B., YOST, R.S., WADE, M.K., UEHARA, G., SUDJADI, M. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 51, p.668-674, 1987.
- TOUTAIN, F. Trietres et travaux scientifiques: les humus forrestiens, *Biodynamique des humus*, Nancy I, 1994
- TURENNE, J.F. **Modes d'humifications et différenciations podzoliques dans deux toposéquences guyanaises**. Memoires ORSTOM, n. 84, Paris, 1977, 173p.

- URQUIAGA, C.S., LIBARDI, P.L., REICHARD, K. MORAES, S.O., PADOVESE, P.P. COSTA, A.C.S. Efeito da adição de matéria orgânica e de vermiculita expandida em algumas propriedades de um oxisol com gramínea (*Melinis Minutiflora* Beauv.) In: *Colóquio Regional sobre Matéria Orgânica do Solo*, Piracicaba, 237-243, 1982.
- VARADACHARI, C., GHOSH, K. On humus formation, *Plant and Soil*, v. 77, p. 305 - 313, 1984.
- VERHEYE, W. Nature and evolution of soils developed on the granite complex in the subhumid tropic (Iwry Coast). I. *Morphology and Classification Pedology*, v. 24, n. 3, p. 266-282, 1984.
- VITTI, C.S. **Ecosistemas, fertilizantes, corretivos e produção de alimentos**. Texto apresentado como prova de erudição no concurso para Prof. Titular na. ESLQ/USP, Piracicaba 1995.
- VOLKOFF, B. La matière organique des sols ferrallitiques du nordeste du Brasil. *Cah. ORSTOM*, Paris, Sér. Pédol. v. XV, n.3, p. 275-290. 1970
- VOLKOFF, B., CERRI, C.C. Húmus em solos da Floresta Amazônica na região do rio Madeira. *R. bras. Ci. Solo*, v.5, n.1, p. 15-21, 1981.
- VOLKOFF, B., CERRI, C.C. L'humus des sols du Brésil Nature et relatins avec L'environnement. *Cah. ORSTOM*, Paris, Sér. Pédol., v. XXIV, n.2, p. 83-95, 1988.
- VOLKOFF, B., ANDRADE, M.J. Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia: aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. In: *XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Campinas, ... **Anais**. 1975.
- VOLKOFF, B., FLEXOR, M., SANTA ISABEL, L. SANTA ISABEL, M. Natureza do húmus nos latossolos distróficos da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, n.2, p. 59-63, 1978.
- VOLKOFF, B., MELFI, J., CERRI, C.C. Les sols sur roches cristallines sons climat: sub-tropical humide na Brésil. *Cah ORSTOM*, Paris, Sér. Pédol. v. XVII, n.3, p.163-183, 1979.
- YOKOMIZO, C. Incentivos financeiros e fiscais na Amazônia. In: *Symposium Amazonia: facts, problems and solutions*, São Paulo,**Anais**. p. 25-47, 1989..

9. APÊNDICE

QUADRO 21 - Descrição dos pontos de amostragem na Floresta Amazônica.

VEGETAÇÃO	TRINCHEIRA	PROF. HORIZ (cm)	OBSERVAÇÕES
Floresta	1	Ao- 0-2,0/A- 2,0-8,0 AB-8,0-16,0	Serrapilheira intensa
	2	Ao- 0-1,8/A-1,8-7,5 AB-7,5-15,5	Serrapilheira intensa
	3	Ao- 0-1,9/A- 1,9-8,0 AB-8,0-17,0	Serrapilheira intensa e Cascalheira
	4	Ao- 0-1,8/A-1,8-8,5 AB-8,5-15,5	Serrapilheira intensa
	5	Ao- 0-2,0/A- 2,0-8,0 AB-8,0-18,0	Serrapilheira bastante intensa
	6	Ao- 0-2,0/A-2,0-7,5 AB-7,5-18,0	Serrapilheira intensa
	7	Ao- 0-2,0/A- 2,0-9,0 AB-9,0-20,0	Serrapilheira intensa
	8	Ao- 0-1,8/A-1,8-7,5 AB-7,5-15,5	Serrapilheira intensa
	9	Ao- 0-2,0/A- 2,0-9,0 AB-9,0-16,0	Serrapilheira intensa
	10	Ao- 0-1,8/A-1,8-9,5 AB-9,5-18	Serrapilheira pouco espessa
	11	Ao- 0-2,5/A- 2,5-8,0 AB-8,0-17,0	Serrapilheira pouco espessa
	12	Ao- 0-1,5/A-1,5-7,5 AB-7,5-17,5	Serrapilheira quase ausente
Pastagem	13	A- 0-9,5 AB-9,5-16,0	----
	14	A-0-7,5 AB-7,5-16	----
	15	A-0-8,0 AB-8,0-16,0	Amostragem feita a 50 cm da trilha do gado
	16	A-0-8,0 AB-8,0-15,5	Amostragem feita ao lado de uma trilha de gado
	17	A-0-3,0 AB-3,0-20,0	Horizonte superficial pouco espesso Laterita aflorando
	18	A-0-7,5 AB-7,5-20,0	----
	19	A- 0-8,0 AB-8,0-16,0	----
	20	A-0-7,5 AB-7,5-15,0	Laterita aflorando
	21	A-0-8,0 AB-8,0-18,0	----
	22	A-0-7,5 AB-7,5-20,0	----
	23	A-0-9,0 AB-9,0-19,0	----
	24	A-0-9,0 AB-9,0-17,0	----

QUADRO 22 - Descrição dos pontos de amostragem no Cerrado.

VEGETAÇÃO	TRINCHEIRA	PROF. HORIZ (cm)	OBSERVAÇÕES
Floresta	1	A-0-15,0 AB-15,0-45,0	-----
	2	A-0-15,0 AB-15,0-40,0	-----
	3	A-0-14,0 AB-14,0-45,0	-----
	4	A-0-15,5 AB-15,5-40,0	-----
	5	A-0-15,0 AB-15,0-50,0	Área próxima a um cupinzeiro
	6	A-0-12,0 AB-12,0-42,0	-----
	7	A-0-15,0 AB-15,0-45,0	-----
	8	A-0-17,0 AB-17,0-50,0	Área próxima à trilha de gado
	9	A-0-15,0 AB-15,0-45,0	-----
	10	A-0-12,0 AB-12,0-40,0	Área próxima à trilha de gado
	11	A-0-16,5 AB-16,5-45,0	Área de transição Cerrado/Pastagem
	12	A-0-15,0 AB-15,0-40,0	Área de transição Cerrado/Pastagem
Pastagem	13	A-0-10,0 AB-10,0-30,0	-----
	14	A-0-10,0 AB-10,0-32,0	-----
	15	A-0-9,0 AB-9,0-35,0	Área próxima a um terraço
	16	A-0-10,0 AB-10,0-30,0	-----
	17	A-0-9,0 AB-9,0-27,0	-----
	18	A-0-10,0 AB-10,0-40,0	Área Próxima a um cupinzeiro
	19	A-0-10,0 AB-10,0-30,0	-----
	20	A-0-9,5 AB-9,5-32,0	-----
	21	A-0-10,0 AB-10,0-30,0	-----
	22	A-0-8,0 AB-8,0-30,0	-----
	23	A-0-10,0 AB-10,0-35,0	Área próxima a um terraço
	24	A-0-9,0 AB-9,0-33,0	-----

