



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**MATAS E CAMPOS NATURAIS DA REGIÃO DE
HUMAITÁ (AM): Atributos diferenciais dos solos e
implicações do uso e manejo**

GILVAN COIMBRA MARTINS

2001

GILVAN COIMBRA MARTINS

**MATAS E CAMPOS NATURAIS DA REGIÃO DE HUMAITÁ
(AM): Atributos diferenciais dos solos e implicações do uso e manejo**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Mozart Martins Ferreira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Martins, Gilvan Coimbra

Matas e campos naturais da Região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos e implicações do uso e manejo / Gilvan Coimbra Martins. -- Lavras: UFLA, 2001.

65 p. : il.

**Orientador: Mozart Martins Ferreira.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.**

1. Amazônia. 2. Campo Cerrado. 3. Humaitá. 4. Plintossolo. 5. Plantio Convencional. 6. Atributo físico-químico. I. Universidade Federal de Lavras. II.

Título.

CDD-631.45

-631.58

GILVAN COIMBRA MARTINS

**MATAS E CAMPOS NATURAIS DA REGIÃO DE HUMAITÁ
(AM): Atributos diferenciais dos solos e implicações do uso e manejo**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 03 de maio de 2001

Prof. Mozart Martins Ferreira - UFLA

Prof. Nilton Curi - UFLA

Prof. Marx Leandro Naves Silva - UFLA


Prof. Mozart Martins Ferreira - UFLA
Orientador

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

A minha esposa Fátima Gil
Martins, pela sabedoria,
compreensão, amor e
equilíbrio.

A meus filhos Gilvan e
Gabriel pelo amor e
companheirismo.

OFEREÇO

A meus pais Oneldes de
Oliveira Martins (*in
memorian*) e Jacira Coimbra
Martins, pelo exemplo de
vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela existência e oportunidades na vida;

Ao casal Zacarias Cabral da Cruz e Cineli Martins da Cruz, pela viabilização do início de meus estudos;

Às instituições: Embrapa Amazônia Ocidental pela liberação das atividades profissionais e concessão de ajuda de custo para realização do curso, Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida, Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Amazonas – IDAM pelos recursos liberados para as viagens de coleta, Escola Agrotécnica de Humaitá (AM) pelo apoio logístico na coleta de solo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão inicial de bolsa de estudo;

Ao professor Mozart Martins Ferreira, pela amizade, orientação, incentivo e ajuda ao longo do curso;

Aos membros da Banca Examinadora, professores Mozart Martins Ferreira, Nilton Curi e Marx Leandro Naves Silva, pelas críticas e sugestões para melhoria deste trabalho;

A professora Janice Guedes de Carvalho, pelas orientações iniciais do curso;

Aos professores Augusto Ramalho e Daniel Ferreira, pela valiosa contribuição na definição do modelo e delineamento estatístico;

Ao produtor Elmar Bandeira, pela cessão das áreas de pesquisa e abertura dos perfis de solo;

Ao colega João Bosco Vasconcelos Gomes pela amizade e ajuda na classificação dos solos;

Aos colegas Cláudio Roberto, Alexandre Fonseca, Marcos Kondo, Marcos Carolino, Sérgio Gualberto e Edilson Brasil pelas críticas e sugestões, auxílios computacional e laboratorial;

A todos os funcionários do Departamento de Ciência do Solo, especialmente a Dulce e Delane, pela ajuda na execução das análises de laboratório;

Aos amigos, Cláudio, Alexandre, Edilson, Sérgio, Kondo, Wagner, Meire, Alessandra, Alex e Rubens pelo agradável convívio e companheirismo. A todos, muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE SÍMBOLOS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Histórico Agrícola da Área.....	3
2.2 Estratificadores de Ambientes.....	5
2.3 Campos de Cerrado Sob Influência do Uso e Manejo.....	9
2.4 Considerações Finais.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Área de Estudo.....	14
3.2 Amostragem.....	16
3.3 Análises Laboratoriais.....	17
3.3.1 Atributos Físicos.....	17
3.3.2 Atributos Químicos.....	18
3.3.3 Atributos Mineralógicos	18
3.4 Análises Estatísticas.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Caracterização Ambiental e Classificação dos Solos.....	20
4.2 Atributos Diferenciais dos Solos: Mata x CCN.....	27
4.2.1 Atributos Físicos.....	27
4.2.2 Atributos Químicos.....	31
4.3 Implicações do Uso e Manejo: CCN x CCC.....	38

4.3.1 Atributos Físicos.....	38
4.3.2 Atributos Químicos.....	44
5 CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS.....	60

LISTA DE SÍMBOLOS

ATD	análise térmica diferencial
CCC	campo cerrado cultivado
CCN	campo cerrado natural
$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	centimol carga por decímetro cúbico
Ct	caulinita
CTC	capacidade de troca de cátions
dag kg^{-1}	decagrama por quilograma
DCB	ditionito-citrato-bicarbonato
DMG	diâmetro médio geométrico
DRX	difratograma de raios-X
Fe_d	Fe_2O_3 extraído pelo ditionito-citrato-bicarbonato
Fe_o	Fe_2O_3 extraído pelo oxalato ácido de amônio
Ks	condutividade hidráulica saturada
m	saturação por alumínio
mg dm^{-3}	miligrama por decímetro cúbico
MO	teor de matéria orgânica
PRNT	poder relativo de neutralização total
S	soma de bases trocáveis
t	capacidade de troca de cátions efetiva (pH normal)
T	capacidade de troca de cátions a pH 7
V	saturação por bases
VTP	volume total de poros

RESUMO

MARTINS, Gilvan Coimbra. Matas e campos naturais da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos e implicações do uso e manejo. Lavras: UFLA, 2001. 65p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)¹

No sul do estado do Amazonas é comum a ocorrência de mata adjacente ao campo cerrado natural, sem evidências claras que possam justificar essa constatação. Por outro lado, os campos cerrados estão sendo incorporados ao processo produtivo de forma intensiva, por iniciativa governamental de implementar uma agricultura voltada para grãos. A preocupação dos setores de desenvolvimento sobre essa ocupação refere-se à sustentabilidade dos solos e o impacto ambiental, visto que os solos dos campos não têm aptidão para a agricultura a que estão sendo submetidos. Este estudo objetivou estabelecer algumas razões que determinem a ocorrência de matas adjacentes aos campos, bem como verificar as mudanças nos atributos físicos e químicos dos solos sob campo cerrado submetidos ao sistema convencional. A profundidade efetiva e suas implicações na drenagem são determinantes ao aparecimento das matas adjacentes aos campos. Os solos mais profundos no sistema florestal são capazes de suportar uma vegetação mais exuberante. O cultivo dos campos em sistema convencional, associado às práticas da drenagem, calagem e adubação, alteram os atributos físicos e químicos dos solos. Essas modificações apontam para a necessidade de monitoramentos por maiores períodos de tempo, a fim de supervisionar a sustentabilidade desse sistema de produção.

¹ Orientador: Mozart Martins Ferreira - UFLA

ABSTRACT

MARTINS, Gilvan Coimbra. Forests and natural grasslands of Humaitá (AM) region: differential attributes of soils and implications of use and management. Lavras: UFLA, 2001. 65p. (Dissertation – M.Sc. in Soils and Plant Nutrition)¹

In the south of Amazonas state it is common the occurrence of forest adjacent to natural grassland, without clear evidences that could explain this fact. On the other hand, the grasslands are being incorporated to the productive process in an intensive way, incentivated by governmental plan to implement an agriculture related to grain production. The soil sustainability and environmental impact are the main concerns, keeping in mind that the grassland soils do not have vocation for such use. This study aimed to establish some reasons that could determine the occurrence of forests adjacent to natural grasslands, as well as to verify the alterations on physical and chemical soil attributes submitted to conventional tillage. The effective depth and its implication on drainage are the main factors that explain the occurrence of forests adjacent to grasslands. The deeper soils in the forest system are capable of supporting a more exuberant vegetation. The conventional system of cultivation of grasslands, associated to drainage, liming and fertilization practices, alter the physical and chemical soil attributes. These modifications indicate the need of longer monitoring in terms of sustainability of this production system.

¹ Adviser: Mozart Martins Ferreira - UFLA

1 INTRODUÇÃO

Existem no sul do Amazonas aproximadamente 560 mil hectares de campos de cerrados, distribuídos principalmente, nos municípios de Humaitá, Lábrea e Canutama, localizados sobre a Planície Amazônica entre os rios Purus e Madeira. A região não é coberta por campos contínuos, mas por várias unidades isoladas entremeadas por matas, o relevo é próximo do tipo “tabuleiro”, de pequeno desnível, com os bordos ligeiramente abaulados, Braun e Ramos (1959).

Na região existe uma agricultura incipiente, com a utilização dos campos para o plantio de arroz de sequeiro em sistema convencional. Os agricultores dão preferência aos campos em relação às matas, pela facilidade no preparo devido a menor densidade de árvores para a derrubada, o que reflete em economia de recursos.

Por outro lado, a intensificação da incorporação de novas áreas de campo cerrado ao processo produtivo, aliada à iniciativa governamental quanto à implementação de um programa de ação para incrementar a produção de grãos através de financiamentos, realização de obras de infraestrutura e facilidades na liberação de terras, tem aumentado a pressão de ocupação e o interesse econômico nessa região.

A preocupação dos setores de desenvolvimento sobre essa ocupação refere-se à sustentabilidade dos solos e o impacto ambiental, visto que o manejo desses solos, tem por fatores limitantes a drenagem deficiente e a baixa fertilidade natural, conferindo grande risco de erosão, em decorrência ao uso de máquinas pesadas em sistema extremamente úmido devido aos elevados índices pluviométricos.

As informações científicas são poucas, porém alguns resultados de estudos exploratórios na área evidenciam que os solos encontrados, não possuem aptidão para agricultura que está sendo praticada e recomendam a necessidade de se investir maciçamente em pesquisa, antes de fomentar a agricultura.

Este estudo teve como objetivo estabelecer algumas razões que determinem a ocorrência de matas adjacentes aos campos, bem como, verificar as mudanças ocorridas nos atributos dos solos dos campos sob a influência do uso e manejo em sistema convencional.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico Agrícola da Área

A existência dos campos naturais, situados entre os rios Madeira e Purus, é conhecida desde as primeiras expedições empreendidas na região, em 1872 e 1881, pelo coronel Pereira Labre, citado por Braun e Ramos (1959), que descreveu como sendo constituídos por terras boas e ótimas pastagens naturais, adaptáveis a uma exploração pecuária promissora.

Nos estudos agrogeológicos dos campos Puciari-Humaitá, Braun e Ramos (1959), descrevem que são campos planos, os solos predominantes são as Lateritas Hidromórficas (denominados atualmente como Plintossolos), com problemas de flutuação do lençol freático e reduzida infiltração, devido à camada de mosqueamento resultante de mecanismos de oxidação-redução do ferro. Comentam, que esses campos não constituem solução ideal, rápida e urgente do problema pecuário da Amazônia (como era crença geral à época), pois carecem de uma melhoria indispensável em seus solos e vegetação para que possam produzir economicamente.

A caracterização física, química e mineralógica de quinze perfis de solos no município de Humaitá, feita por Carvalho (1986), mostrou que a textura desses solos varia de argilosa a siltosa, evidenciando influência marcante do material de origem. Os solos apresentam caráter álico tanto em mata quanto em campo natural. A CTC apresenta-se extremamente variável, sendo determinada pela textura, constituição mineralógica e teor de carbono do solo. Conclui que os problemas

agrotécnicos dos solos podem ser solucionados através de melhoria da drenagem, adição sistemática de matéria orgânica e aplicações intensivas de corretivos e fertilizantes.

Ramalho et al. (1994) e Leite, Bueno e Lima (1996), afirmaram que os solos predominantes na área de cerrado em Humaitá são os Plintossolos (Typic plinthaquox), que apresentam restrição à infiltração, de tal modo que prevalece um regime hídrico alternado, ou seja, um excesso de água estagnada nas cotas mais baixas, nos períodos das chuvas, e ressecamento nas épocas mais secas. A topografia varia de plana à suave ondulada. Os solos são distróficos, ácidos, álicos e com teores elevados de matéria orgânica no horizonte A. O horizonte plíntico quando submetido ao processo de secamento e umedecimento continuado transforma-se gradualmente em petroplintita, que limita a utilização agrícola dos solos, uma vez que diminui a velocidade de infiltração, reduz o armazenamento de água, aumenta o escoamento superficial, tornando os solos adensados, impedindo o desenvolvimento radicular das culturas. Um manejo mais adequado, objetivando a conservação das propriedades físicas e físico-hídricas dessa classe é fundamental, sob pena de em um futuro próximo tornar-se inviável para fins agrícolas.

De acordo com Ramalho et al. (1994), a produção de grãos alimentares nos cerrados de Humaitá é um empreendimento viável, desde que haja considerável emprego de capital e alto nível de conhecimento técnico-operacional. Tal implementação requer estudos detalhados no âmbito da pesquisa e experimentação nas áreas de fertilidade e manejo de solo, adaptação de cultivares, época de plantio, fitossanidade, manejo cultural e socioeconomia agrícola.

Estudo de viabilidade agrícola dos cerrados do Amazonas (EMBRAPA, 1997), concluiu que para dar suporte às iniciativas de investimento na região, deverá ser criado um programa, que contemple a necessidade de se identificar às potencialidades edafoclimáticas, realizações de testes de novas cultivares, ajustes da calagem e adubação, adaptações de técnicas de mecanização e sistemas de plantio, dentre outras pesquisas demandadas para se chegar a recomendações de sistemas de produção adequados.

Em recente estudo exploratório sobre a área (EMBRAPA, 2000), concluiu, ser necessário adotar uma melhor política da ocupação das terras, respeitando a fragilidade dos ambientes, a fim de que seja evitada a exploração predatória dos recursos naturais, garantindo seu uso sustentado.

2.2 Estratificadores de Ambientes

De acordo com a teoria dos redutos florestais, durante o pleistoceno, que vai de 2 milhões a 12 mil anos atrás, ocorreram diversas glaciações responsáveis pelo resfriamento do planeta. Na Amazônia, a temperatura média caiu pelo menos 4,5°C. Nos períodos secos, a região era dominada por savanas e cerrados. A mata reduzia-se a pequenas “manchas” de vegetação tropical chamadas redutos (Ranzi, 1993).

A presença na Amazônia de uma rica paleofauna de animais pastadores, suporta a hipótese da expansão das savanas durante as fases glaciais do pleistoceno, evidenciando que existiu no lugar da floresta equatorial sul-americana uma área de savana que se espalhava por toda a

Amazônia ocidental: Equador, Peru, Bolívia, Acre e Amazonas (Ranzi, 2000).

Segundo Brasil (1978), na região de Humaitá, aparecem extensos campos naturais, conhecidos regionalmente como “Campos de Puciari-Humaitá”. A região pertence à Sub-Região da Superfície Quaternária Pediplanada, e ocupa os interflúvios arrasados por pediplanação, entre os rios Purus e Madeira. As fisionomias predominantes são a do Parque e a do Campo Cerrado, enquanto o Cerradão predomina nas áreas de contato Savana/Floresta. O relevo apresenta-se plano e suavemente ondulado, com pequenas depressões (microrelevo) que conservam a umidade do solo por maior tempo, definindo então um padrão de diferenciação no porte da Savana: Gramíneo-lenhosa, nas áreas de maior impedimento na drenagem; Parque e Arbórea Aberta nas mal drenadas; e Savana Arbórea Densa (Cerradão), nas moderadamente drenadas, nos Contatos Savana/Floresta.

As observações de Braun e Ramos (1959), indicam que os solos dos campos naturais se originam das argilas siltosas da formação Barreiras, num clima quente e úmido, sob uma drenagem semi-impedida, devido a condições topográficas. A condição topográfica torna lento o escoamento das águas, impedindo-o, em certas áreas, o que conduz a um encharcamento do solo. Durante os meses de seca, devido à grande insolação, a água superficial é rapidamente evaporada e o lençol freático baixa sensivelmente. Este processo impede o desenvolvimento de um solo profundo e friável, favorável ao desenvolvimento da vegetação de maior porte, tornando, por conseguinte, o ambiente ideal para permanência daquela vegetação.

Especificamente sobre a área em estudo, existe também uma lenda indígena relatada por Raposo (1994): “para os índios Apurinãs, habitantes desde tempos imemoriais do rio Purus, houve aí um grande incêndio. Um imenso pote entornou e seu líquido quente correu pela Terra queimando tudo, inclusive o mato e os bichos. Dessa catástrofe os únicos sobreviventes foram os ancestrais dos Apurinãs e o bicho-preguiça que, grudado como sempre ao tronco do marimari, ali permanecera se alimentando da única fruta restante. O grande incêndio deixara a Terra às escuras. À medida que o bicho-preguiça deixava cair sobre o solo às sementes, iam aparecendo pequenos raios de luz até se formar a claridade dos dias. Feito isto e constatando o milagre da vida que decorre das sementes, o bicho-preguiça pediu a Mayuruberu, divindade indígena, para lhe fornecer sementes de outras frutas, no que foi prontamente atendido. Recebeu um cesto cheio de frutas, cujas sementes os Apurinãs começaram a cultivar. Quem não quisesse trabalhar era devorado por Muyuruberu. Assim o mundo foi tornando-se aos poucos o que é agora. Entretanto, era preciso deixar um pedaço de terra assim quase pelado, para que ninguém esquecesse o dia em que a fúria dos deuses derramou o líquido quente daquele enorme pote sobre a Terra”.

Alvin (1954), classificou em três grupos as teorias para explicar a ocorrência dos Cerrados do Brasil Central. A teoria climática, baseada em deficiência de água, considerou as estações secas prolongadas como fator ecológico mais importante na formação dos cerrados, assim como, as características xeromórficas da vegetação. A teoria biótica, afirma que o cerrado seria um produto do homem e resultaria das queimadas frequentes pelos criadores de gado, feitas com o propósito de limpar os campos. As

teorias pedológicas são baseadas na influência do fator solo, sob dois aspectos distintos: químico – deficiências minerais (oligotrofismo) e físico – má drenagem.

Bear (1953), publicou detalhada monografia, citada por Goodland (1971), sobre as Savanas da América Tropical Setentrional, ter origem climática e, concorda que em alguns trechos da vegetação campestre do Brasil tenham uma drenagem impedida como é o caso dos campos de Humaitá no Amazonas e de um tabuleiro em Pernambuco.

Para Braun e Ramos (1959), a alternância de dois períodos extremos de clima, um mais longo, quente e extremamente úmido e, outro, mais curto, extremamente quente e relativamente seco, produz flutuações freqüentes no lençol freático e efeitos decisivos nos aspectos fito-fisionômicos dos campos.

Solo, clima e organismos interagindo, dão a cada lugar uma fisionomia diferente – um ambiente diferente, Resende e Rezende (1983). As formas da vegetação indicam ambientes peculiares. No caso da floresta, o fato de ser equatorial tropical ou subtropical dá indicações sobre o regime térmico. Altas temperaturas com menores variações indicam floresta equatorial, enquanto que a floresta subtropical está relacionada com ambiente apresentando temperaturas mais baixas e maior variação durante o ano. Quanto ao regime hídrico, um aumento gradativo de déficit hídrico indica vegetação mais caducifolia, a deficiência de oxigênio permanente ou temporária indicam campos hidrófilos, higrófilos e até mesmo pampas.

As fases de vegetação original têm sido usadas por técnicos da Embrapa Solos, em levantamentos para caracterizar pedoclima. Essas

fases indicam várias outras propriedades importantes, dentre as quais se destacam a fertilidade do solo, o arejamento (drenagem) e a vegetação clímax. A vegetação campestre é muito relacionada com extremos de pedoclima: ou muita falta de oxigênio (campos hidrófilos e higrófilos) ou falta de nutriente muito acentuada, ligada a altos teores de Al trocável, como é o caso dos campos subtropicais altimontanos (Resende e Rezende, 1983; Resende, 1986; Resende et al., 1997).

Existe uma estreita relação entre o tipo de vegetação e as propriedades do solo sobre a qual essa vegetação ocorre (Resende, Curi e Santana, 1988).

Estudos realizados por Spera, (1995), Spera, Ferreira e Curi, (1996), mostraram que, a transição da vegetação de campo/mata está relacionada à mudança do tipo de solo e de suas propriedades físico-hídricas. Os solos sob mata são mais profundos, apresentam menor quantidade de frações grosseiras maiores que 2,00 mm e maior condutividade hidráulica saturada, sendo, portanto, mais permeáveis e capazes de armazenar maior volume de água no perfil. A vegetação mais exuberante, como a mata, induz maiores modificações no solo que a campestre, alterando a distribuição e dinâmica de resíduos orgânicos (Ryan e Mcgarity, 1983), proporcionando menores perdas de nutrientes devido a maior heterogeneidade da composição florística e melhor cobertura do solo (Fonseca, 1978).

2.3 Campos de Cerrado Sob a Influência do Uso e Manejo

Nos últimos anos, com o aumento da migração e incentivos governamentais para abertura de novas fronteiras agrícolas na Amazônia,

problemas de solo decorrentes do uso intensivo e inadequado de máquinas começam a aparecer, agravados pelas condições climáticas.

Os fatores de formação do solo: clima, organismos, material de origem e tempo, ligados a processos de pedogênese e intemperismo dão origem ao solo em seu estado natural.

Segundo Vieira (1985), quando um solo passa a ser utilizado para fins agrícolas, um outro fator assume importância no seu condicionamento físico: o seu uso e manejo. Com o uso agrícola do solo este tem suas condições físicas modificadas, apresentando uma tendência cada vez mais divergente da situação natural, evoluindo para situações positivas e negativas ao crescimento das plantas e produtividade.

As terras agrícolas vêm sofrendo um processo acelerado de degradação de sua capacidade produtiva, tanto pelo uso inadequado do solo, devido à mecanização intensiva e desordenada, como pelos sistemas agrícolas embasados na monocultura ou sucessões contínuas de culturas (Mondardo, 1984).

A dominância de sistemas convencionais de manejo, baseado no intensivo revolvimento do solo, modifica a sua estrutura, alterando parâmetros físicos. Por sua vez, a ação do clima quente e úmido, durante a maior parte do ano, acelera a decomposição de matéria orgânica. Estes fatores, aliados a inadequação da seqüência das culturas, tem resultado na redução da capacidade produtiva de grande parte dos solos tropicais ao longo do tempo. Os principais indicadores desta falta de sustentabilidade são a compactação, a erosão hídrica, a redução na atividade biológica do solo e o aumento dos fatores bióticos nocivos às culturas (Kluthcouski, 1998).

A utilização intensiva da terra com sistemas de cultivos inadequados alteram as condições físicas do solo, com reflexos nas propriedades físicas, químicas e atividades biológicas. Os sinais de deterioração aparecem com a diminuição no tamanho dos agregados, no conteúdo de matéria orgânica e na capacidade de infiltração, formação de camadas compactadas que provocam uma redução no volume e descontinuidade de poros, aumento da densidade do solo e da sua resistência mecânica, trocas gasosas e do desenvolvimento do sistema radicular (Machado, Souza e Brum, 1981; Moraes, 1984; Vieira e Muzilli, 1984; Carvalho Júnior, 1995; Da Ros et al., 1997; Silva e Mielniczuk, 1997).

Analisando solos dos cerrados do Brasil Central, Macedo, (1996) e Lopes, (1984), afirmaram que os solos são ácidos, distróficos, álicos e de baixa fertilidade. Como características químicas, apresentaram baixos valores de CTC, S, t, pH, Ca, Mg e P e, altos teores alumínio e, ou manganês e, como características físicas, apresentaram alta porosidade e baixa densidade do solo. São solos com alto grau de intemperização, com predominância de argilas de baixa atividade, refletindo em um baixo número de cargas negativas disponíveis para o fenômeno de troca de cátions, e que, em conjunção com a baixa disponibilidade de bases, permite uma reserva muito pequena de nutrientes para as plantas.

Estudo desenvolvido sobre a mineralogia da fração argila de Latossolos, Souza (1977), citado por Macedo (1996), indicam como minerais predominantes a caulinita e a gibbsita, que, juntas, perfazem mais de 50% do total. Nos Latossolos da região dos Cerrados do Brasil Central, há uma tendência no aumento da concentração de gibbsita em

relação a caulinita, refletindo um maior estágio de intemperismo, quando comparados com solos das regiões mais úmidas do Sul ou da Amazônia, onde predomina a caulinita.

De acordo com Demattê (1988), mineralogicamente a fração argila da maioria dos solos da região Amazônica é dominada por óxidos nas mais diversas formas e caulinita, e como tal, os valores da CTC efetiva são baixos.

Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta Amazônica e do cerrado do Brasil Central revelaram, que a região do cerrado apresenta solos mais intemperizados do que a região Amazônica, apesar disso, a CTC não difere. Os solos da região Amazônica são mais ácidos e apresentam valores de Al trocável, significativamente superiores aos da região do cerrado, por este motivo a recuperação química naqueles é mais cara. Na região Amazônica, a elevação do pH segue o padrão da elevação da saturação por bases, enquanto que no cerrado, isto não ocorre principalmente nas camadas inferiores. Em consequência deste fato, o manejo químico, deve ser diferenciado entre as regiões, concluem Demattê e Demattê (1993).

Volkoff e Cerri (1981), afirmaram que os solos das regiões tropicais úmidas, especialmente na Amazônia, são pobres em reservas minerais porque o intemperismo das rochas é muito intenso e que os nutrientes que poderiam ser retidos sob forma iônica são poucos, por causa da fraca reatividade das argilas e da forte lixiviação devida à alta pluviosidade. Na floresta, as reservas de nutrientes encontram-se em sua quase totalidade na biomassa e não no solo. No húmus dos solos da floresta amazônica na região do rio Madeira, são encontrados no

horizonte A, de 2 a 4% de carbono, isto é, 4 a 7% de matéria orgânica. Apenas 5% do carbono presente, pertence a fragmentos vegetais não ou pouco decompostos, o resto, ou seja, 95% do carbono do horizonte, fazem parte das substâncias húmicas.

Estudo comparativo realizado por Tognon, Demattê e Demattê (1998), concluíram que, o teor da matéria orgânica dos horizontes superficiais dos Latossolos na região Amazônica é maior do que no cerrado do Brasil Central, havendo tendência de aumento no teor de matéria orgânica para ambas as regiões, à medida que aumenta a precipitação pluviométrica. Na região Amazônica o tipo de vegetação, assim como os materiais de origem das formações geológicas Solimões e Barreiras, influenciaram na quantidade de matéria orgânica do solo. Os solos da região Amazônica apresentaram maiores teores de nitrogênio e com relações C/N mais estreitas do que nos Cerrados.

2.4 Considerações Finais.

A falta de informações sobre o uso agrícola dos ecossistemas amazônicos e o aumento da pressão de ocupação de áreas de fronteira agrícola, torna a geração de conhecimentos científicos de suma importância para a região, a fim de subsidiar o governo nas políticas de desenvolvimento e os agricultores na diminuição dos riscos e impactos negativos da agricultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O município de Humaitá localiza-se ao sul do Estado do Amazonas à margem esquerda do rio Madeira, afluente da margem direita do Rio Amazonas, dista cerca de 200 km de Porto Velho e 675 km de Manaus pela Rodovia BR-319, está situado na zona fisiográfica do Rio Madeira. Limita-se com os municípios de Manicoré ao norte e ao leste, Tapauá e Canutama a oeste e Estado de Rondônia ao sul. A sede do município tem como coordenadas geográficas de centro 7°30'22"S. e 63°01'15"W.Gr. O clima da região é do tipo Am, segundo Köppen, isto porque a precipitação anual varia de 2250 a 2750 mm, com estação seca de pequena duração (mês de julho). A temperatura média anual varia de 24°C a 26°C, a umidade relativa do ar, bastante elevada, varia de 85 e 90% e a altitude média de 90 metros acima do nível do mar (Carvalho, 1986; EMBRAPA, 1997).

Nas áreas cultivadas, por ocasião do preparo do solo, são realizadas práticas de correção que alteram as condições naturais do solo. A calagem é feita entre as gradagens, com 2,5 t ha⁻¹ de calcário nas áreas novas e 1,5 t ha⁻¹ nas já utilizadas em anos anteriores. As amostras analisadas (Tabela 1), indicam que os calcários utilizados estão pouco acima dos limites mínimos de qualidade estabelecidos, ou seja, deve ter no mínimo 38% de CaO+MgO e o PRNT não deve ser inferior a 45% . Segundo CPRM, (1997), o déficit no uso de calcário na região gira em torno de 75% das reais necessidades exigidas pelo solo, em média 4 t ha⁻¹, com o agravante de que os calcários atualmente usados são oriundos de

outros estados, com preços inviáveis ao agricultor a não ser que subsidiados pelo governo. Em contrapartida estudos preliminares efetuados no Estado do Amazonas apontam, um potencial de 438,7 milhões de toneladas, quimicamente superiores aos importados.

TABELA 1. Caracterização de amostras de calcários utilizados na correção dos solos em Humaitá-AM.

Amostra	Procedência	CaO	MgO	PRNT
	(%).....		
01	Pimenta Bueno -RO	24,95	15,75	61,02
02	Pimenta Bueno -RO	26,26	14,66	62,26
03	Pimenta Bueno -RO	26,82	17,60	63,88
04	Cáceres - MT	31,33	20,74	75,93
05	Cáceres - MT	32,62	19,37	72,47

Fonte: LASP - Embrapa Amazônia Ocidental

A adubação no plantio é feita, com 350 kg ha⁻¹ do formulado 4-20-20, mais 0,3% de Zn e 50 kg ha⁻¹ de uréia, em cobertura. A produtividade média alcançada pela cultura do arroz é de 3 t ha⁻¹.

3.2 Amostragem

A área amostrada localiza-se a 15 Km de Humaitá no lado direito da BR-319, no sentido Humaitá – Porto Velho, sob a coordenada geográfica de $7^{\circ}37'S$ e $63^{\circ}05'W$.Gr (Figura 1). Os perfis distam entre si em cada ambiente aproximadamente 200 metros e entre ambientes 2 Km. Foram amostrados 15 perfis, sendo 5 perfis sob mata, 5 perfis sob campo cerrado nativo e 5 perfis sob campo cerrado cultivado com arroz de sequeiro por 5 anos. As amostras foram retiradas nas profundidades de 0-20; 20-40 e 60-80 cm.

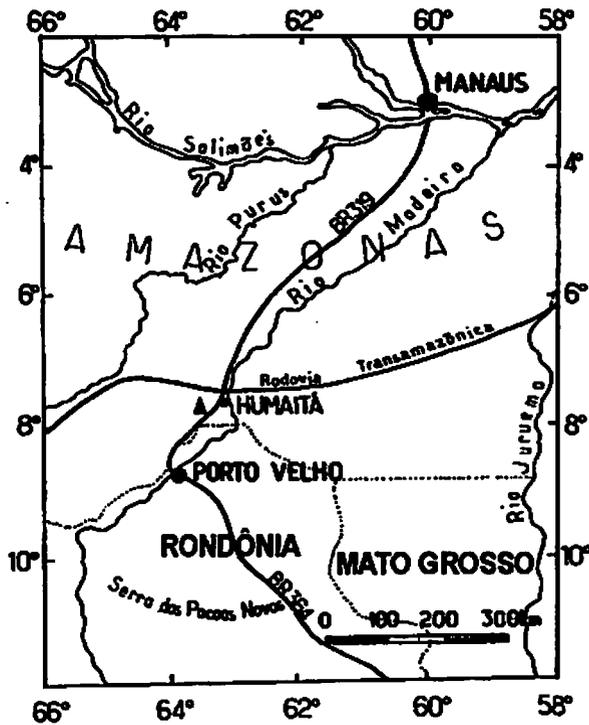


FIGURA 1. Mapa com detalhes do sul do estado do Amazonas e estados limítrofes (▲ local de amostragem dos perfis de solos).

3.3 Análises Laboratoriais

3.3.1 Atributos Físicos

A granulometria foi feita após agitação mecânica e dispersão química com NaOH 0,1 N e na determinação da ADA, utilizaram-se a dispersão mecânica e a água destilada. A fração areia foi separada em peneira de 0,053 mm de malha e obtidas por pesagem. O teor de argila (A_t), determinado pelo método da pipeta (Day, 1965). O IF foi calculado por meio da expressão: $IF(\%) = [(A_t - ADA)/A_t] * 100$. A D_p foi determinada pelo método do balão volumétrico com álcool etílico (EMBRAPA, 1979). Para a determinação da D_s , foram utilizadas amostras indeformadas, retiradas com cilindro conforme, Blake e Hartge (1986). O VTP foi calculado dos valores de D_s e D_p , de acordo com a fórmula de Vomocil (1965): $VTP(\%) = (1 - D_s/D_p) * 100$. Macroporosidade e microporosidade foram obtidas de amostras com estrutura indeformada e colocadas em unidade de sucção submetidas à tensão de $-0,006$ MPa, conforme (Grohmann, 1960 e Oliveira, 1968). A condutividade hidráulica saturada do solo (K_s) foi determinada por meio de permeâmetro de carga constante, seguindo metodologia descrita por Lima (1987), com o uso de amostras indeformadas previamente saturadas. A estabilidade de agregados, expressa pelo diâmetro médio geométrico (DMG) foi avaliada por peneiramento via úmida, em dispositivo oscilatório vertical dentro de recipientes com água, conforme Yoder (1936) e Kemper e Chepil (1965).

3.3.2 Atributos Químicos

Alumínio, cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos com KCl 1N, potássio e fósforo por Mehlich-1, H + Al com solução de acetato de cálcio 1N a pH 7,0. Cu, Fe, Mn e Zn foram extraídos por Mehlich-1 e B em água quente, carbono orgânico através de digestão com bicromato de potássio, segundo Defelipo e Ribeiro (1981) e transformados em teores de matéria orgânica multiplicando-se pela constante 1,724. Enxofre na forma de sulfato por turbidimetria, pH em água na relação solo:água de 1:2,5 e acidez potencial em solução SMP (Raij, Quaggio e Cantarella, 1987). Os óxidos de ferro livres totais (Fe_d) foram extraídos pelo ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), segundo Mehra e Jackson (1960), sendo quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. As formas menos cristalinas de óxidos de ferro (Fe_o) foram extraídas da fração argila pelo oxalato de amônio ácido, conforme Schwertmann (1973), determinadas através de espectrofotometria de absorção atômica.

3.3.3 Atributos Mineralógicos

A mineralogia qualitativa da fração argila foi avaliada com base nos difratogramas obtidos em aparelho de raios-X, munido com tubo de cobre, a partir de lâminas orientadas e a fração silte pelo método do pó. O teor de caulinita foi quantificado na fração argila desferrificada, por meio de ATD.

3.4 Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições, sendo as profundidades estruturadas em faixas.

Os atributos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000), com exceção da Ks na qual se utilizou o PROC GLM do programa SAS Statistical Analysis System (SAS, 1987). Aos resultados significativos aplicou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os ambientes foram testados dois a dois: mata versus campo cerrado natural e campo cerrado natural versus campo cerrado cultivado. O modelo usado para o delineamento foi:

$$Y_{ij} = m + A_i + \text{erro (a)} + P_j + AP_{ij} + \text{erro (b)},$$

onde:

- Y_{ij} : valor de cada observação;
m: média da observação do ambiente i e profundidade j;
 A_i : efeito do ambiente i;
erro (a): erro devido ao efeito da repetição dentro do ambiente i;
 P_j : efeito da profundidade j;
 AP_{ij} : efeito da interação entre o ambiente i e a profundidade j;
erro (b): resíduo geral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Ambiental e Classificação dos Solos.

Com relação à granulometria, observa-se que a fração silte é predominante nos solos dos ambientes estudados (Tabela 2), enquadrando estes solos na classe textural franco-argilo-siltosa. Segundo Resende et al., (1997), a fração silte é tida como indicadora do grau de intemperização do solo ou do potencial deste em conter minerais primários facilmente intemperizáveis, isto é, de sua reserva em nutrientes. No entanto, após análise em DRX pelo método do pó desta fração, observou-se apenas presença do quartzo, também constatado por Volkoff e Cerri (1981). Segundo Resende et al. (1997), o silte é a principal fração responsável pelo encrostamento que se forma pelo rearranjo das partículas sob ação das gotas de chuva e dos ciclos de umedecimento e secagem, criando uma camada selada, que dificulta a infiltração de água e a emergência de plântulas.

TABELA 2. Granulometria e atributos mineralógicos em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Profundidade (cm)	Granulometria			Atributos Mineralógicos			Fe _o /Fe _d
	Areia	Silte	Argila	Fe _o	Fe _d	Ct	
(g kg ⁻¹).....						
Mata							
00-20	160	560	280	5,7	27,1	241,2	0,21
20-40	130	520	350	5,2	28,4	230,9	0,18
60-80	110	470	420	1,3	29,2	237,3	0,06
Campo Cerrado Natural							
00-20	180	640	180	9,7	18,6	218,7	0,52
20-40	130	600	270	6,1	23,4	232,1	0,26
60-80	120	550	330	5,5	42,9	225,8	0,13

Observa-se ainda na Tabela 2, que o Fe_o decresce em profundidade, confirmando sua ligação com a matéria orgânica, enquanto que o Fe_d, mais cristalino, cresce em profundidade, principalmente no campo, coincidindo com o aumento das concreções ferruginosas, com início do horizonte plântico.

Estudos sobre a mineralogia de solos plânticos através da simulação de ciclos de umedecimento e secagem realizados por Santos e Batista (1996), indicaram, que o endurecimento das feições ferruginosas está relacionado não apenas ao aumento dos teores de ferro, mas também, ao seu grau de cristalinidade. Schwertmann e Kämpf (1983), utilizam os valores da razão Fe_o/Fe_d, como indicadora da cristalinidade dos óxidos de



ferro, ou seja, quanto menor esta relação, maior o grau de cristalinidade dos compostos de ferro. Na Tabela 2, observa-se que esta relação decresce em profundidade.

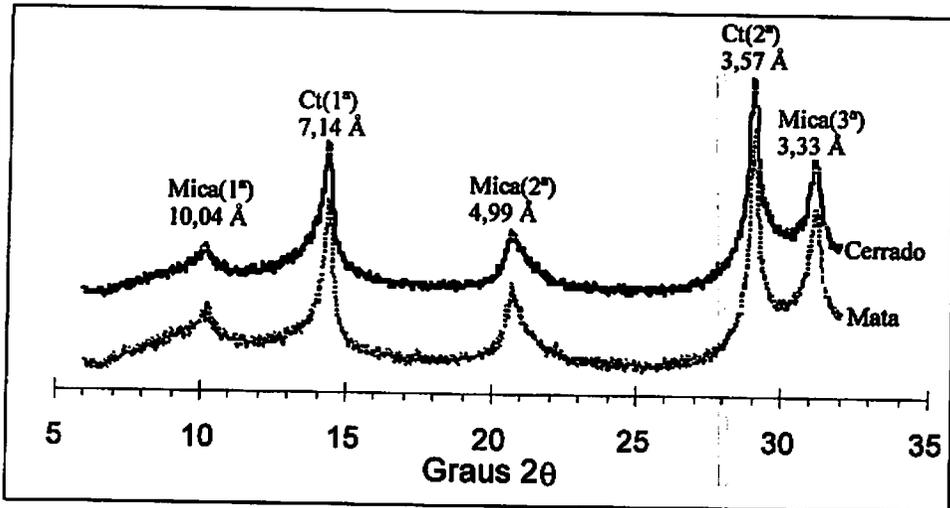


FIGURA 2. Difratoograma de raios-X na fração argila de solos: Mata (ACt) e Campo Cerrado Natural (FTa).

Os solos dos ambientes de mata e campo cerrado apresentam a mesma mineralogia com predomínio da caulinita (Tabela 2 e Figura 2). Ocorre também a presença de material 2:1 não expansivo (mica), que justifica o aparecimento de argila de atividade alta. Estudos de Volkoff e Cerri, (1981); Carvalho, (1986), na Amazônia e em áreas próximas ao do presente estudo, indicaram a presença de vermiculitas e ilitas, enquanto que Braun e Ramos (1959), a presença de haloisita.

De acordo com (Ferreira, Fernandes e Curi, 1999a e 1999b), para Latossolos com mineralogia caulínica, há pouca tendência ao desenvolvimento de microestrutura, em razão do ajuste face a face das placas de caulinita, implicando no desenvolvimento da macroestrutura do tipo blocos.

A Tabela 3 e as Figuras 3 e 4 mostram as características dos sítios ambientais, os perfis típicos e esquemáticos dos solos recobertos por mata e campo cerrado na região de Humaitá-AM. Com base nos dados de campo: presença de B_t, horizonte plântico, estrutura em blocos e cor, balizados pelos critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999) o solo recoberto por mata foi classificado como ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico típico (ACt) e o solo recoberto por campo cerrado foi classificado como PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico típico (FTa). Comparativamente ao campo cerrado observa-se que, o solo de mata possui perfil mais profundo, com melhor drenagem. Até a profundidade de 120 cm não se encontrou horizonte plântico, enquanto que no campo cerrado ele aparece entre 30 e 40 cm.

TABELA 3. Caracterização dos sítios ambientais.

	Ambiente	
	Mata	Campo Cerrado
Classificação do solo	ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico típico	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico típico
Uso atual	Preservação: mata nativa e cursos d'água	Vegetação natural e cultivo de arroz -5 anos
Plintita	Ausente até 120 cm	Presente entre 30-40 cm

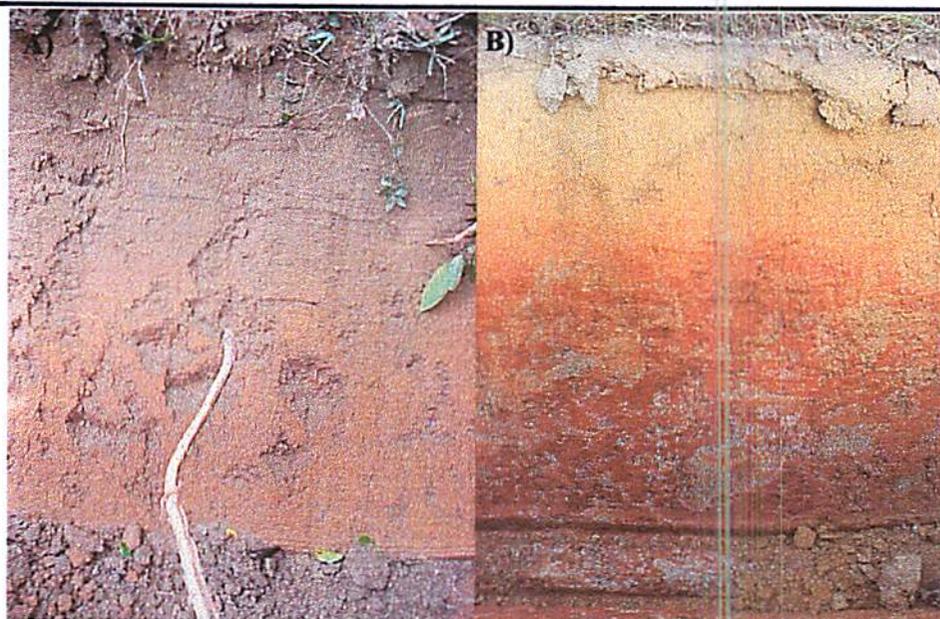


FIGURA 3. Perfis típicos dos solos: A) mata, ALISSOLO CROMICO Argilúvico típico (ACt) e B) campo cerrado natural, PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico típico (FTa).

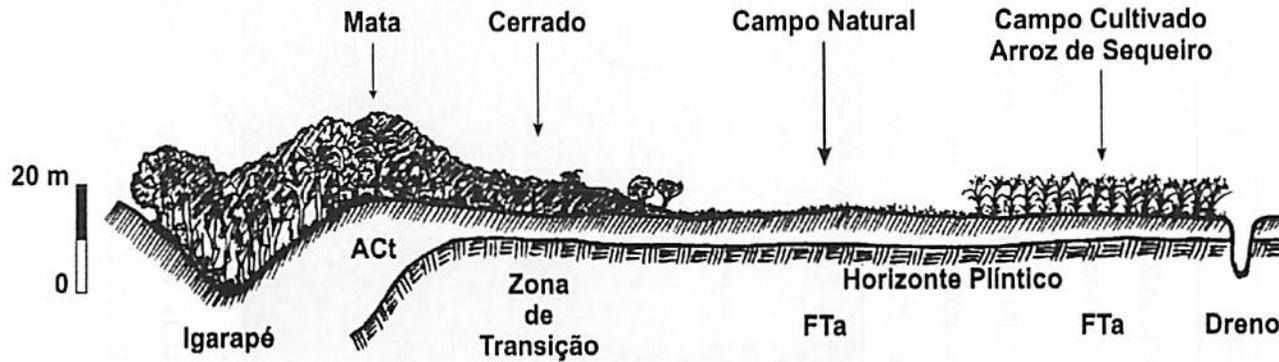


FIGURA 4. Perfil esquemático mostrando a distribuição dos solos: ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico típico (Act) PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico típico (FTa) e suas relações com o relevo, vegetação e horizonte plíntico, adaptado de Braun e Ramos (1959).

4.2 Atributos Diferenciais dos Solos: Mata versus Campo Cerrado Natural

4.2.1 Atributos Físicos

As observações sobre a ocorrência de horizonte plúntico nos campos, são de grande importância na discussão dos atributos físicos, pois, há alteração na percolação normal da água pluvial, em diferentes níveis. Nos campos o horizonte plúntico se inicia a aproximadamente 30-40cm da superfície, causando encharcamento e impedindo a penetração das raízes além deste limite, enquanto que na mata, não foi encontrado até a profundidade de 120cm, não causando, aparentemente, problemas de oxigenação no solo, sendo, portanto, um fator decisivo na diferença de fisionomia da vegetação dos dois ambientes.

Nos campos diferentemente da mata, a infiltração é reduzida. Nos meses de chuva os solos sob campo são submetidos a encharcamentos intensos, dando origem a uma inundação temporária das partes mais baixas. No período das secas, devido à insolação, grande quantidade de água é revertida à atmosfera e o solo apresenta-se extremamente seco e dotado de fraturas de ressecamento. Apesar disso, não foram encontradas diferenças nos atributos físicos entre ambientes e sim entre as profundidades.

Observa-se na Tabela 4, que não há diferença na D_s entre os ambientes mata e campo cerrado natural. Ocorre um aumento significativo da densidade em profundidade nos dois ambientes. O DMG é igual nos horizontes superficiais, porém, em profundidade é significativamente maior no campo do que na mata. Esses resultados são

reflexos da presença da plintita nas áreas de campo. A Ks não foi afetada significativamente, tanto para ambientes quanto para profundidades. Essas diferenças provavelmente não foram detectadas por apresentarem alta variância devido à grande variabilidade espacial existente (CV= 105%), estando esses resultados de acordo com os encontrados nos estudos de Castro (1995) e José (2000). Os valores médios da condutividade são maiores na mata (56,46 mm h⁻¹) em relação ao CCN (42,48 mm h⁻¹).

Os valores de ADA aumentam em profundidade, acompanhando o incremento no teor de argila, enquanto que os de IF diminuem significativamente, de maneira semelhante nos dois ecossistemas.

TABELA 4. Ds, DMG, Ks, ADA e IF em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	60-80
Ds (g cm⁻³)			
MATA	1,21 b	1,31 b	1,48 a
CCN	1,24 b	1,44 a	1,49 a
DMG (mm)			
MATA	1,80 A	1,41 B	1,27 B
CCN	1,87 A	1,81 A	1,86 A
Ks (mm h⁻¹)			
MATA	89,99	51,20	28,18
CCN	73,40	14,95	39,10
ADA (%)			
MATA	12,20 b	23,20 a	31,80 a
CCN	7,20 b	15,60 a	19,80 a
IF (%)			
MATA	59,49 a	34,41 b	23,55 b
CCN	63,23 a	40,65 b	36,86 b

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Os valores médios das variáveis VTP, USAT, macro e microporosidade apresentaram a mesma tendência, ou seja, decresceram significativamente em profundidade (Tabela 5), sendo praticamente iguais entre os ambientes; porém, sempre superiores, na mata, demonstrando maior capacidade desta, em armazenamento e drenagem de água.

TABELA 5. VTP, USAT, microporosidade e macroporosidade, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	60-80
VTP (%)			
MATA	51,88 a	48,72 a	42,96 b
CCN	50,58 a	44,10 b	43,80 b
USAT (%)			
MATA	51,34 a	46,82 b	42,64 b
CCN	50,15 a	41,49 b	43,00 b
Microporosidade (%)			
MATA	40,88 a	35,86 b	35,73 b
CCN	40,15 a	33,00 b	38,10 a
Macroporosidade (%)			
MATA	10,99 a	12,87 a	7,24 b
CCN	10,23 a	11,06 a	5,70 b

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

4.2.2 Atributos Químicos

Os teores de matéria orgânica em superfície são significativamente superiores na mata (22,6 g kg⁻¹) em relação ao campo cerrado natural (17,0 g kg⁻¹). Em profundidade, os teores diminuem drasticamente nos dois ambientes (Tabela 6). Estes valores estão pouco abaixo dos encontrados por Volkoff e Cerri (1981), em camadas superficiais de um podzólico sob mata (48,0 g kg⁻¹), e de uma laterita sob campo (30,0 g kg⁻¹). Ainda segundo os autores, a qualidade da matéria orgânica também difere nos ambientes. Quando a drenagem é deficiente (campo), o húmus superficial é bastante rico em ácidos fúlvicos livres, enquanto que nos solos bem drenados (mata), o húmus encontrado nas camadas mais profundas é composto de frações alcalino-solúveis fortemente polimerizadas.

De acordo com Falesi (1972) e Schubart, Franken e Luizão (1984), os solos sob mata tropical apresentam baixos teores de nutrientes, em função da ciclagem condicionada pela rápida decomposição da matéria orgânica, fazendo com que os nutrientes se concentrem na biomassa e não no solo, constituindo um mecanismo de conservação de nutrientes, mantendo a exuberância da floresta Amazônica.

A acidez é bastante elevada nos dos dois ambientes, confirmando os dados apresentados por (Volkoff e Cerri, 1981; Carvalho e Espíndola, 1983; Carvalho, 1986). O pH é significativamente menor, mais ácido, na mata em relação ao campo cerrado, principalmente nas camadas superficiais, decorrentes da decomposição da matéria orgânica que gera acidez.

Os valores do ΔpH , obtidos pela diferença entre pH em KCl e o pH em água, são indicativos do predomínio de cargas no solo (Tabela 6). Nota-se que a quantidade de cargas negativas no sistema é muito pequena, porém na mata essas cargas são mais numerosas em profundidade, o que não acontece nas áreas de campo, onde permanecem constantes. Esse fato é mais uma evidência de que os solos da mata apresentam melhores condições de suportar uma vegetação mais exuberante, pois consegue nutrir as raízes em profundidade.

Os teores de fósforo são estatisticamente iguais entre os ambientes e entre profundidades. Os teores de potássio são significativamente superiores na mata, em relação ao campo, nas camadas superficiais.

TABELA 6. Matéria orgânica, pH em água, Δ pH, fósforo e potássio, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
MO (g kg⁻¹)						
MATA	22,6	Aa	8,4	Ab	2,0	Ac
CCN	17,0	Ba	3,4	Ab	1,6	Ab
pH H₂O						
MATA	4,38	Bb	4,54	Bb	4,72	Aa
CCN	4,68	Aa	4,76	Aa	4,52	Aa
ΔpH						
MATA	-0,86	Ab	-0,92	Ab	-1,16	Aa
CCN	-0,90	Aa	-0,98	Aa	-0,86	Aa
P (mg dm⁻³)						
MATA	1,2		1,0		1,0	
CCN	1,0		1,0		1,0	
K (mg dm⁻³)						
MATA	26,6	Aa	14,2	Ab	8,8	Ab
CCN	12,8	Ba	6,4	Ba	11,6	Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Os teores de Ca e Mg são significativamente iguais entre os ambientes e profundidades, porém, os de Ca são maiores na mata, enquanto que os de Mg, maiores no campo cerrado natural (Tabela 7).

Os teores de Al e H + Al são significativamente superiores na mata, nas camadas superficiais, em relação ao campo natural, enquanto que na profundidade de 60-80cm, são estatisticamente iguais, contrapondo neste caso, a teoria do oligotrofismo relatadas por Alvin, (1954); Goodland, (1971), que consideram a presença tóxica do alumínio como fator ecológico de grande efeito sobre a vegetação e a ocorrência dos cerrados. Os teores de alumínio aumentam significativamente em profundidade, nos dois ambientes, enquanto que os teores de hidrogênio + alumínio, que representam a acidez potencial, aumentam significativamente somente no campo cerrado, sendo que na mata são iguais. Segundo (Pedrotti, 2000), o átomo de alumínio, devido suas propriedades físico químicas, é preferencialmente complexado por grupos carboxilatos da matéria orgânica, produzindo quelatos termodinamicamente estáveis.

É observado o caráter alumínico nos solos dos ambientes estudados (Tabela 7 e 8), caracterizado por teor de alumínio extraível ≥ 4 cmol_ckg de solo, além de apresentar saturação por alumínio $\geq 50\%$ e saturação por bases $< 50\%$ (EMBRAPA, 1999).

A soma de bases é baixa nos dois ambientes, não ultrapassando 1 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$. As CTC's efetiva e potencial são significativamente superiores na mata, nas camadas superficiais, em relação ao campo cerrado, enquanto que na profundidade de 60-80cm, são estatisticamente iguais. A CTC efetiva aumenta significativamente em profundidade nos

dois ecossistemas, enquanto que a CTC potencial somente aumenta no campo cerrado.

A $m(\%)$ é significativamente superior na mata, nas camadas superficiais, em relação ao campo cerrado, enquanto que na profundidade de 60-80cm, são estatisticamente iguais e extremamente altas, chegando próximo dos 90%. A $m(\%)$ aumenta significativamente em profundidade no campo cerrado, enquanto que na mata ela permanece constante.

A $V(\%)$ é significativamente superior no campo cerrado, nas camadas superficiais, em relação à mata, enquanto que na profundidade de 60-80cm, são estatisticamente iguais, mas extremamente baixa nos dois ambientes.

TABELA 7. Cálcio, magnésio, alumínio e hidrogênio + alumínio, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
Ca (cmol_c dm⁻³)						
MATA	0,50		0,48		0,48	
CCN	0,38		0,38		0,40	
Mg (cmol_c dm⁻³)						
MATA	0,14		0,16		0,14	
CCN	0,16		0,16		0,18	
Al (cmol_c dm⁻³)						
MATA	4,46	Ab	5,30	Ab	6,26	Aa
CCN	1,72	Bb	2,24	Bb	5,44	Aa
H + Al (cmol_c dm⁻³)						
MATA	19,06	Aa	17,74	Aa	16,68	Aa
CCN	6,72	Bb	7,24	Bb	17,12	Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

TABELA 8. Soma de bases, CTC efetiva, CTC potencial, saturação por alumínio e saturação por bases, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
S (cmol_c dm⁻³)						
MATA	0,74		0,66		0,62	
CCN	0,54		0,54		0,60	
t (cmol_c dm⁻³)						
MATA	5,20	Aa	5,96	Aa	6,88	Aa
CCN	2,26	Bb	2,78	Bb	6,04	Aa
T (cmol_c dm⁻³)						
MATA	19,80	Aa	18,40	Aa	17,30	Aa
CCN	7,26	Bb	7,78	Bb	17,72	Aa
m (%)						
MATA	86,46	Aa	88,66	Aa	90,82	Aa
CCN	74,96	Bc	79,60	Bb	89,14	Aa
V (%)						
MATA	3,52	Ba	4,00	Ba	4,24	Aa
CCN	8,02	Aa	7,70	Aa	3,80	Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

4.3 Implicações do Uso e Manejo: Campo Cerrado Natural versus Campo Cerrado Cultivado

O uso dos solos para fins agrícolas altera seus atributos físicos e químicos. Geralmente há uma melhoria nos químicos pelas práticas da calagem e fertilização, enquanto que os físicos são depauperados pelo intenso trânsito de máquinas e revolvimentos no solo.

Áreas de campo tem sido preferida pelos agricultores, ao cultivo de arroz de sequeiro pela facilidade no preparo que resulta em maior economia de recursos. Após a derrubada e antes do preparo é feita à drenagem da área para condicionar a entrada de máquinas. Este procedimento, no entanto, provoca alterações no sistema natural, aumentando a velocidade dos ciclos de umedecimento e secagem, podendo acelerar a oxidação da matéria orgânica e o endurecimento da plintita.

4.3.1 Atributos Físicos

A D_s é significativamente superior no campo cerrado cultivado em relação ao campo cerrado natural, principalmente na camada de 0-20cm, havendo um acréscimo desta, em profundidade, nos dois ambientes (Tabela 9). O aumento em profundidade pode ser atribuído ao aumento no teor de caulinita, enquanto que a desestruturação do solo nas camadas superficiais no campo cerrado cultivado, causada pela pulverização devido a gradagens anuais, utilizadas no preparo convencional para o cultivo de arroz, pode ser provavelmente a causa deste aumento na D_s em relação ao campo cerrado natural.

TABELA 9. Densidade do solo, diâmetro médio geométrico, condutividade hidráulica, argila dispersa em água e índice de floculação, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
Ds (g cm⁻³)						
CCN	1,24	Bb	1,44	Aa	1,49	Ba
CCC	1,48	Ab	1,52	Ab	1,61	Aa
DMG (mm)						
CCN	1,87	Aa	1,81	Aa	1,86	Aa
CCC	1,70	Aa	1,52	Ba	1,11	Bb
Ks (mm h⁻¹)						
CCN	73,40		14,95		39,10	
CCC	8,54		30,34		5,94	
ADA (%)						
CCN	7,2	Bb	15,6	Aa	19,8	Aa
CCC	18,0	Aa	17,6	Aa	11,6	Aa
IF (%)						
CCN	63,23		40,65		36,86	
CCC	45,71		49,15		63,41	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A densidade média obtida na camada 0-20cm no CCC (1,48 g cm⁻³) é superior ao limite (1,40 g cm⁻³) aceito para solos argilosos, que impõe condições restritivas ao crescimento radicular e infiltração de água, Arshad, Lowery e Grossman (1996) e também superiores, aos limites críticos (1,42 e 1,32. g cm⁻³), estabelecidos para o impedimento físico ao desenvolvimento de raízes de arroz, determinados por Grohmann e Queiroz Neto (1966).

A densidade do solo é um atributo, que sofre alterações com o manejo, mantém estreita relação com outros atributos, como: porosidade total, macroporosidade e teor de matéria orgânica (Kiehl et al., 1979).

Independentes do ambiente e do uso e manejo a que os solos foram submetidos as densidades são altas. Trabalhos apresentados por (Silva et al., 1995; Chagas et al., 1997; Ferreira, Fernandes e Curi, 1999a; Ferreira, Fernandes e Curi, 1999b) mostraram que em Latossolos caulíníficos a densidade do solo é maior quando comparados a Latossolos gibbsíticos, atribuindo-se este fato ao desenvolvimento da estrutura do tipo blocos, devido ao ajuste face a face das placas de caulinita, sendo que as partículas tendem a estar envoltas em plasma denso e contínuo no primeiro caso.

Não ocorre diferença estatística entre os ambientes em superfície, na DMG, somente havendo nas camadas mais profundas. Na superfície, o menor DMG no campo cerrado cultivado em relação ao campo cerrado natural, pode ser atribuído a pulverizações ocorridas no preparo em sistema convencional. Em profundidade, no campo cerrado natural não há diferença significativa, enquanto que no campo cerrado cultivado, as camadas superficiais são significativamente superiores as mais profundas.

Os maiores valores médios de DMG encontrados nas camadas superficiais nos dois ambientes, evidenciam que o maior grau de agregação esteja relacionado com o teor de matéria orgânica. Estudos comparativos entre ambientes naturais ou sistemas que utilizam menor revolvimento do solo, encontraram valores até duas vezes maiores no diâmetro médio geométrico, em relação a sistemas convencionais, (Machado, Souza e Brum, 1981; Vieira e Muzilli, 1984; Campos et al., 1995; Da Ros, 1997).

Os valores médios da Ks no campo cerrado cultivado são inferiores ao campo cerrado natural, porém não significativas. Essas diferenças provavelmente não foram detectadas por apresentarem alta variância devido à grande variabilidade espacial existente ($CV= 105\%$), estando de acordo com os encontrados nos estudos de Castro (1995) e José (2000). Vale ressaltar que foram encontrados valores nulos de condutividade nos campos natural e cultivados, confirmando a existência de problemas de infiltração nessas áreas.

O tempo e a intensidade de uso nos cultivos e as práticas de calagem e fosfatagem, alteram a dinâmica da dispersão, facilitando a desagregação das partículas (Buttierres, 1980; Rosa Júnior, 1984). Os valores de ADA aumentam em profundidade, no campo cerrado natural, enquanto que, no campo cerrado cultivado, diminuem. Com os valores de IF ocorre o contrário, ou seja, diminuem em profundidade no campo cerrado natural, e aumentam no campo cerrado cultivado, provavelmente em decorrência da perda mais intensa de matéria orgânica, que atua na estabilidade dos agregados do solo, principalmente nas camadas superficiais (Tabela 9).

A VTP, USAT, macroporosidade e microporosidade são parâmetros indicativos da capacidade de armazenamento e drenagem de água do solo. Nos campos cultivados, esses atributos apresentaram menores porcentagens em relação ao campo natural, indicando que estão ocorrendo alterações físicas que aumentam as forças coesão e adesão, que atuam no interior do solo, agravando neste caso sua capacidade de armazenamento e drenagem, quando comparados com o campo cerrado natural (Tabela 10).

TABELA 10. Volume total de poros, unidade de saturação, microporosidade e macroporosidade, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
VTP (%)						
CCN	50,58	Aa	44,10	Ab	43,80	Ab
CCC	41,90	Ba	41,60	Aa	38,84	Ba
USAT (%)						
CCN	50,15	Aa	41,49	Ab	43,00	Ab
CCC	42,12	Ba	41,39	Aa	38,03	Aa
Microporosidade (%)						
CCN	40,15	Aa	33,00	Ab	38,10	Aa
CCC	34,99	Ba	34,68	Aa	33,98	Aa
Macroporosidade (%)						
CCN	10,23	Aa	11,06	Aa	5,70	Ab
CCC	6,91	Ba	6,92	Ba	4,86	Aa

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.



4.3.2 Atributos Químicos

Não existem diferenças significativas dos teores de matéria orgânica entre o campo cerrado natural e o cultivado, entretanto, nos dois ambientes, esses teores diminuem significativamente em profundidade (Tabela 11). A acidez é extremamente elevada, não havendo diferenças entre os ambientes mesmo na camada superficial, que contém resíduos da calagem. Isto prova que a quantidade de calcário utilizada, não tem sido suficiente para a correção do solo nos campos cultivados. A acidez aumenta significativamente em profundidade no campo cerrado cultivado, enquanto que, no campo cerrado natural é constante. A quantidade de cargas negativas é muito pequena e não são diferentes entre os ambientes e entre as profundidades. Os teores de fósforo e potássio são estatisticamente superiores nos campos cultivados na camada de 0-20cm, decorrentes de resíduos das fertilizações anuais para o cultivo do arroz de sequeiro, ao longo de cinco anos consecutivos. Por este motivo, as diferenças estatísticas somente ocorrem em profundidade nos campos cultivados.

TABELA 11. Matéria orgânica, pH em água, Δ pH, fósforo e potássio, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
MO (g kg⁻¹)						
CCN	1,70	a	0,34	b	0,16	b
CCC	1,56	a	0,70	b	0,18	c
pH H₂O						
CCN	4,68	a	4,76	a	4,52	a
CCC	4,86	a	4,56	b	4,26	b
ΔpH						
CCN	-0,90		-0,98		-0,86	
CCC	-0,92		-0,86		-0,66	
P (mg dm⁻³)						
CCN	1,0	Ba	1,0	Aa	1,0	Aa
CCC	3,8	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab
K (mg dm⁻³)						
CCN	12,8	Ba	6,4	Aa	11,6	Aa
CCC	45,4	Aa	21,8	Ab	13,8	Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Os teores de Ca e Mg são estatisticamente superiores nos campos cultivados na camada de 0-20cm, decorrentes de resíduos das correções anuais para o cultivo do arroz de sequeiro, ao longo de cinco anos consecutivos. Por este motivo, as diferenças estatísticas somente ocorrem em profundidade nos campos cultivados (Tabela 12). Os teores de Al não são diferentes entre os ambiente, no entanto, aumentam significativamente em profundidade nos dois ambientes. Os teores de H + Al são iguais em superfície, porém, em profundidade, são significativamente superiores no campo cultivado em relação ao campo natural. A acidificação do solo consiste na remoção de cátions básicos – Ca, Mg, K e Na – do sistema solo, substituindo-os por cátions ácidos – Al e H, o que pode ocorrer, em uma condição de precipitação intensa, ao longo dos anos promovendo grande lixiviação de bases, permanecendo no complexo de troca, predominantemente, os cátions hidrogênio e alumínio (Raij, 1991). Os maiores teores de Al e H + Al encontrados nos campos cultivados podem ser atribuídos às práticas realizadas no preparo do solo, que aumentam a velocidade da decomposição da matéria orgânica e às adubações nitrogenadas em cobertura, que são geradoras de acidez e que fazem parte do sistema de produção de arroz de sequeiro vigente na região.

TABELA 12. Cálcio e magnésio, alumínio e hidrogênio + alumínio, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
Ca (cmol_c dm⁻³)						
CCN	0,38	Ba	0,38	Aa	0,40	Aa
CCC	1,86	Aa	0,68	Ab	0,66	Ab
Mg (cmol_c dm⁻³)						
CCN	0,16	Ba	0,16	Aa	0,18	Aa
CCC	1,18	Aa	0,20	Ab	0,20	Ab
Al (cmol_c dm⁻³)						
CCN	1,72	b	2,24	b	5,44	a
CCC	2,00	c	4,68	b	7,30	a
H + Al (cmol_c dm⁻³)						
CCN	6,72	Ab	7,24	Bb	17,12	Ba
CCC	8,96	Ab	14,62	Ab	26,64	Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A mesma tendência ocorre com os atributos soma de bases, CTC efetiva e potencial e saturação por bases, que são significativamente superiores no campo cerrado cultivado em relação ao campo cerrado natural, somente nas camadas superficiais, decorrentes de resíduos das correções e fertilizações realizadas durante o plantio anual de arroz de sequeiro, ao longo de cinco anos consecutivos. Em profundidade, diminuem significativamente somente nos campos cultivados (Tabela 13). A m(%) é significativamente superior no campo cerrado natural em relação ao campo cerrado cultivado, somente na camada de 0-20cm. Em profundidade, aumenta significativamente somente nos campos cultivados.

TABELA 13. Soma de bases, CTC efetiva, CTC potencial, saturação por alumínio e saturação por bases, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
S (cmol_c dm⁻³)						
CCN	0,54	Ba	0,54	Aa	0,60	Aa
CCC	3,14	Aa	0,94	Ab	0,86	Ab
t (cmol_c dm⁻³)						
CCN	2,26	Bb	2,78	Bb	6,04	Aa
CCC	5,14	Ab	5,62	Ab	8,16	Aa
T (cmol_c dm⁻³)						
CCN	7,26	Ab	7,78	Bb	17,72	Ba
CCC	12,10	Ab	14,96	Ab	27,50	Aa
m (%)						
CCN	74,96	Aa	79,60	Aa	89,14	Aa
CCC	39,58	Bb	81,64	Aa	88,68	Aa
V (%)						
CCN	8,02	Ba	7,70	Aa	3,80	Aa
CCC	32,62	Aa	7,12	Ab	3,46	Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

5 CONCLUSÕES

- 1- A profundidade efetiva, suas implicações na drenagem e ocorrência dos solos são determinantes ao aparecimento das matas adjacentes aos campos, pela melhoria da drenagem que possibilita o aparecimento de solos mais profundos, capazes de suportar uma vegetação mais exuberante.**

- 2- O cultivo dos campos com máquinas e implementos pesados em solo úmido em sistema convencional, associado à prática da drenagem, correções e adubações, alteram os atributos físicos e químicos dos solos.**

- 3- As modificações ocorridas nos atributos dos solos provocadas pelo uso e manejo inadequados, apontam para necessidade de monitoramentos por maiores períodos de tempo, a fim de supervisionar a sustentabilidade desse sistema de produção.**

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, P. de T. Teoria sobre a formação dos campos cerrados. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.16, n.4, p.496-498, out./dez. 1954.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (ed.) *Methods for assessing soil quality*. Madison: SSSA, 1996. (Special Publication Number, 49)
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.363-375.
- BRASIL Ministério das Minas e Energia. *Projeto Radambrasil. Folha SB. 20 PURUS; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, 1978. 566p. (Levantamento de Recursos Naturais, 17).
- BRAUN, E.H.G.; RAMOS, J.R. de A. Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.21, n.4, p.443-497, out./dez. 1959.
- BUTTIERRES, M.F.M. *Efeito do calcário e fosfato de potássio no ponto de carga zero (PCZ) e grau de floculação em três solos do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: UFSM, 1980. 59p. (Dissertação de Mestrado).
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo vermelho escuro distrófico após sete anos de rotação e sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, jan./abr. 1995.

- CARVALHO, A.M. Caracterização física, química e mineralógica dos solos do município de Humaitá-AM. Botucatu: UNESP, 1986. 166p. (Tese Livre Docência).**
- CARVALHO, A.M.; ESPINDOLA, C.R. Variações das características químicas em solos de campo e mata em Humaitá-AM. In: JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES, 12., 1983, Botucatu. Anais... Campos: UNESP, 1983. p.102.**
- CARVALHO JÚNIOR, I. Estimativa de parâmetros sedimentológicos para estudo das camadas compactadas e/ou adensadas em latossolo textura média, sob diferentes usos. Viçosa, MG: UFV, 1995. 83p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)**
- CASTRO, O.M. Comportamento físico e químico de um Latossolo Roxo em função de seu preparo na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ-USP, 1995. 174p. (Tese – Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).**
- CHAGAS, C.S.; CURI, N.; DUARTE, M.N.; MOTTA, P.E.F.; LIMA, J.M. Orientação das camadas de rochas metapelíticas pobres na gênese de Latossolos sob cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.5, p.539-548, 1997.**
- CPRM Superintendência Regional de Manaus. Projeto Insumos Minerais Para Agricultura no Estado do Amazonas – PIMA (AM). Ministério das Minas e Energia. 1997. n.p.**
- DA ROS, C.O.; SECCO, D.; FIORIN, J.E.; PETRERE, C.; CADORE, M.A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.21, n.2, p.241-247, abr./jun. 1997.**
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C. A. (ed). Methods of soil analysis. Madison: American Society of Agronomy, 1965, v.1, p.545-566.**

- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. Análise química do solo. Viçosa: UFV, 1981. 17p. (Boletim de Extensão, 29).**
- DEMATTE, J.L.I. Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos – Região Amazônica. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 215p.**
- DEMATTE, J.L.I.; DEMATTE, J.A.M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta Amazônica e do Cerrado do Brasil Central. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.50, n.2, p.272-286, jun./set. 1993.**
- EMBRAPA SOLOS. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p. (EMBRAPA SOLOS/SPI).**
- EMBRAPA SOLOS. Projeto de gestão ambiental integrada do estado do Amazonas - levantamento pedológico, aptidão agrícola das terras, susceptibilidade à erosão, uso atual e avaliação do agroclima. Rio de Janeiro, 2000. 106p. (EMBRAPA SOLOS/IPAAM). Relatório Técnico (Versão Preliminar).**
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE). Estudo de viabilidade agrícola de cerrados do Amazonas. Brasília, 1979. 91p. (EMBRAPA/BNDES. Relatório Técnico)**
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1979. n.p.**
- FALESI, I.C. Solos da rodovia Transamazônica. Belém - PA: IPEAN, 1972. 153p. (IPEAN. Boletim Técnico, 55).**
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows v. 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. Anais... São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-58.**

- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N.** Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, n.3, p.515-524, set./dez. 1999a.**
- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N.** Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, n.3, p.507-514, set./dez. 1999b.**
- FONSECA, S. da.** Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagem. Viçosa: UFV, 1978. 78p. (Tese – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- GOODLAND, R.** Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo. **Anais... São Paulo: Ed. USP, 1971. p.44-60.**
- GROHMANN, F.** Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. **Bragantia, Campinas, v.19, n.21, p.319-329, abr. 1960.**
- GROHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J.P.** Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. **Bragantia, Campinas, v.25, n.38, p.421-432, dez. 1966.**
- JOSÉ, M.R.** Atributos físicos de Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo na região de Lavras-MG. Lavras:UFLA, 2000. 58p. (Tese – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S.** Size distribution of aggregates. In: **BLACK, C.A. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling: Part 1.** Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.499-510. (Agronomy, 9).

- KIEHL, E.J. Manual de edafologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.**
- KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um Latossolo Roxo sob cerrado e nas características produtivas do milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 179p. (Tese - Doutorando em Fitotecnia).**
- LEITE, J.A.; BUENO, N.; LIMA, H.N. Potencial agrícola de um plintossolo (Typic Plinthaquox) do Amazonas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1996, Manaus. Resumos expandidos... Manaus: UA, 1996. p.178-179.**
- LIMA, J.M. de. Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras - MG. Lavras: ESAL, 1987. 86p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).**
- LOPES, A.S. Solos sob cerrado - Características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1984. 162p.**
- MACEDO, J. Os cerrados nos ambientes savânicos do Brasil. In: VENEGAS, V.H.A; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (eds). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: SBCS/UFV/DPS, 1996. p.135-155.**
- MACHADO, T.A.; SOUZA, D.M.P.; BRUM, A.C.R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.5, n.3, p.187-189, set./dez. 1981.**
- MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxides removal from soils and clays by a dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clays Minerals, Clarkson, v.7, p.317-327, 1960.**

- MONDARDO, A. Manejo e conservação do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Plantio direto no Brasil. Campinas, 1984. P.53-78.**
- MORAES, W.V. Comportamento de características e propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, submetido a diferentes sistemas de cultivos. Lavras: ESAL, 1984. 107p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).**
- OLIVEIRA, L.B. de. Determinação de macro e microporosidade pela “mesa de tensão” em amostras de solo com estrutura indeformada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.3, n.1, p.197-200, 1968.**
- PEDROTTI, A. Relação entre atributos físicos e alumínio no solo. Lavras: UFLA, 2000. 60p. (Tese – Doutorado e Solos e Nutrição de Plantas).**
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.**
- RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.**
- RAMALHO, A.R.; RICCI, M.; CASTILLA, C.; RODRIGUES, A.N.A.; GRAVE, A. Prognóstico e recomendações agronômicas sobre o uso dos campos de Puciarí-Humaitá (AM) para a produção de grãos alimentares. .Porto Velho: EMRAPA-CPAF Rondônia, 1994. 13p.**
- RANZI, A. A paleofauna da Amazônia indica áreas de pastagem com pouca cobertura vegetal. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v.16, n.93, p.48-51, set./out. 1993.**
- RANZI, A. Paleoecologia da Amazônia: megafauna do pleistoceno. Rio Branco: Editora UFSC/UFAC, 2000. 102p.**

- RAPOSO, G.M.M. **Amazônia: terra verde – o sonho da humanidade**. São Paulo: Editora Três, 1994. 179p.
- RESENDE, M. **Clima do solo suas relações com o ambiente agrícola Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.43-59, jun. 1986.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia – base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1997. 367p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81p.
- RESENDE, M.; REZENDE, S.B. **Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.105, p.3-25, set. 1983.
- ROSA JÚNIOR, E. J. **Efeito de sistema de manejo e o tempo de uso sobre características físicas e químicas de dois solos no município de Ponta Porã, MS**. Viçosa: UFV, 1984. 89p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- RYAN, P.J.; MCGARITY, J.W. **The nature and spatial variability of soil properties adjacent to large forest Eucalyptus**. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.44, n.2, p.286-292, Mar./Apr. 1983.
- SANTOS, M.C. dos.; BATISTA, M.A. **Avaliações física, química e mineralógica em solos plúvicos da região Meio-Norte do Brasil, submetidos a teste de umedecimento e secagem**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.21-31, jan./abr. 1996.
- SAS Institute. **SAS system for elementary statistical analysis**. Cary, NC: SAS institute, 1987. 416p.
- SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, W.; LUIZÃO, F.J. **Uma Floresta sobre solos pobres**. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.2, n.10, p.26-32, jan./fev. 1984.

- SCHULZE, D.G. The identification of iron oxides differential X-ray diffraction and the influence of aluminium substitution on the structure of goethite. Munchen, Germany: Munchen, Technical University, 1982. 133p. (Tese de Doutorado).**
- SCHWERTMANN, U. Use of oxalate for Fe extraction from soils. Canadian Journal Soil Science, Ottawa, v.73, n.2, p.244-2246, May 1973.**
- SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Óxidos de ferro jovens em ambientes pedogenéticos brasileiros. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.7, n.3, p.251-255, set./dez. 1983.**
- SILVA, I. F. da.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.21, n.1, p.113-117, jan./mar. 1997.**
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MARQUES, J.J.G.S.M.; LIMA, L.A.; FERREIRA, M.M.; LIMA, J.M. Resistência ao salpico provocado por impacto de gotas de chuva simulada em Latossolos e sua relação com características químicas e mineralógicas. Ciência e Prática, Lavras, v.19, n.2, p.176-182, abr./jun. 1995.**
- SPERA, S.T. Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG). Lavras: UFLA, 1995. 78p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).**
- SPERA, S.T.; FERREIRA, M.M.; CURI, N. Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG). Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.20, n.2, p.178-182, abr./jun. 1996.**
- TOGNON, A.A.; DEMATTÊ, J.L.I.; DEMATTÊ, J.A.M. Teor e distribuição da matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta Amazônica e dos cerrados do Brasil Central. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.55, n.3, p.343-354, set./dez. 1998.**

- VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORNADO, P.V.; MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.163-79.
- VIEIRA, M.J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo-Vermelho escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.873-882, jul. 1984.
- VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Húmus em solos da floresta Amazônica na região do rio Madeira. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v.5, n.1, p.15-21, jan./abr. 1981.
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.299-314.
- YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and study of the physical nature of erosion losses. **Journal of American Society Agronomy**, Madison, v.28, n.1, p.337-351, Jan. 1936.

ANEXO

ANEXO	Página
TABELA 1A. Quadro de Análise de Variância a que foram submetidas as variáveis físicas e químicas, considerando dois ambientes por vez e três profundidades.....	61
TABELA 2A. pH em KCl, enxofre, boro e zinco, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.....	62
TABELA 3A. Cobre, manganês e ferro, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.....	63
TABELA 4A. pH em KCl, enxofre, boro e zinco, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.....	64
TABELA 5A. Cobre, manganês e ferro, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.....	65

ANEXO

TABELA 1A. Quadro de Análise de Variância a que foram submetidas as variáveis físicas e químicas, considerando dois ambientes por vez e três profundidades.

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Ambiente	1
Erro a = Repetição (Ambiente)	8
Profundidade	2
Interação (Ambiente*Profundidade)	2
Erro b	16
Total	29

TABELA 2A. pH em KCl, enxofre, boro e zinco, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
	pH KCl					
MATA	3,52	Ba	3,62	Ba	3,56	Aa
CCN	3,78	Aa	3,78	Aa	3,66	Ab
	S-sulfato (mg dm⁻³)					
MATA	4,62		3,20		2,50	
CCN	4,68		4,68		3,22	
	B (mg dm⁻³)					
MATA	0,1		0,1		0,1	
CCN	0,1		0,1		0,1	
	Zn (mg dm⁻³)					
MATA	0,30		0,14		0,20	
CCN	0,12		0,10		0,10	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 3A. Cobre, manganês e ferro, em solos de mata e campo cerrado natural, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
Cu (mg dm⁻³)						
MATA	0,38	A	0,36	A	0,20	A
CCN	0,20	B	0,16	B	0,16	A
Mn (mg dm⁻³)						
MATA	2,64	Aa	0,52	Ab	0,18	Ab
CCN	0,10	Ba	0,10	Aa	0,10	Aa
Fe (mg dm⁻³)						
MATA	114,38	Aa	39,46	Ab	9,92	Ac
CCN	32,38	Ba	10,10	Bb	7,72	Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 4A. pH em KCl, enxofre, boro e zinco, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
pH KCl						
CCN	3,78	a	3,78	a	3,66	a
CCC	3,94	a	3,70	b	3,60	b
S-sulfato (mg dm⁻³)						
CCN	4,68	A	4,68	B	3,22	A
CCC	12,42	A	14,38	A	2,24	A
B (mg dm⁻³)						
CCN	0,10	Ba	0,10	Aa	0,10	Aa
CCC	0,20	Aa	0,10	Ab	0,10	Ab
Zn (mg dm⁻³)						
CCN	0,12		0,10		0,10	
CCC	0,26		0,12		0,12	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 5A. Cobre, manganês e ferro, em solos de campo cerrado natural e cultivado, em três profundidades.

Ambiente	Profundidade (cm)					
	0-20		20-40		60-80	
Cu (mg dm⁻³)						
CCN	0,20	Ba	0,16	Aa	0,16	Aa
CCC	0,40	Aa	0,20	Ab	0,14	Ab
Mn (mg dm⁻³)						
CCN	0,10	Ba	0,10	Aa	0,10	Aa
CCC	0,98	Aa	0,22	Ab	0,14	Ab
Fe (mg dm⁻³)						
CCN	32,38	a	10,10	a	7,72	a
CCC	55,06	a	8,16	b	2,94	b

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.