

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA  
DE ALGUNS SOLOS DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO AMAZONAS – MANAUS (AM)**

**MARIA CUSTÓDIA DA SILVA MEIRELLES**

MANAUS  
2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA  
DE ALGUNS SOLOS DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO AMAZONAS – MANAUS (AM)**

**MARIA CUSTÓDIA DA SILVA MEIRELLES**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Geociências da  
Universidade Federal do Amazonas  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Mestre em Geociências, área de  
concentração Geologia Ambiental.**

**Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DUARTE ALECRIM**

MANAUS  
2005

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Meirelles, Maria Custódia da Silva

Caracterização física, química e mineralógica de alguns solos do campus da Universidade Federal do Amazonas – Manaus (AM) / Maria Custódia da Silva Meirelles. - Manaus: UFAM, 2005.  
77 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Geociências) — Universidade Federal do Amazonas, 2005.

Orientador: Prof. Dr. José Duarte Alecrim

1. Pedologia 3. Mineralogia 3. Solos – Amazonas I. Alecrim, José Duarte II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 631.4(811)(043.3)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**


**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA DE  
ALGUNS SOLOS DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO AMAZONAS – MANAUS (AM)**

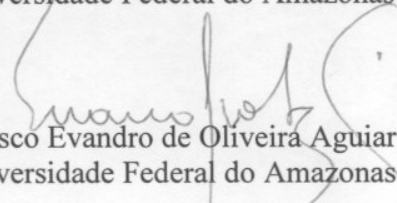
**MARIA CUSTÓDIA DA SILVA MEIRELLES**

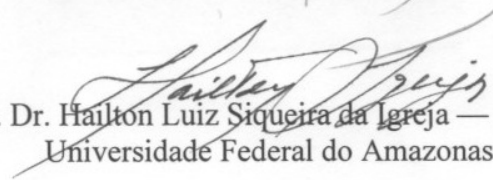
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Geociências. Área de concentração: Geologia Ambiental

Aprovada em 02 de setembro de 2005.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. José Duarte Alecrim – Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

  
Prof. Dr. Francisco Evandro de Oliveira Aguiar — Membro  
Universidade Federal do Amazonas

  
Prof. Dr. Hailton Luiz Siqueira da Igreja — Membro  
Universidade Federal do Amazonas

Manaus  
2005

À minha mãe  
Amazonina Meirelles

À memória de meu pai  
Mário Solimões de  
Meirelles

## AGRADECIMENTOS

À DEUS, que me faz acreditar que sempre há tempo no tempo vivo.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Geociências, e em especial, aos professores.

Ao Prof. Dr. José Duarte Alecrim, pela orientação e confiança.

Aos Membros da Banca Examinadora, Prof.º Dr. Francisco Evandro e Prof.º Dr. Hailton Luiz Siqueira da Igreja.

Aos técnicos de laboratório, Orlando Júnior (INPA) e Vitor Rabelo (FCA-UFAM), pelas análises físicas, químicas e em especial, pH em KCl.

Ao geólogo José Bandeira Júnior pelo acompanhamento ao campo, abrindo trincheira, detectando dados do GPS, sempre solícito e amigo.

Ao futuro geólogo e amigo Marcelo Motta, pelo valioso auxílio e extrema solidariedade, nos laboratórios de Geoquímica e de Difração de Raios –X.

Aos Professores João Carvalho e Adriana Horbe, pela colaboração na cessão de instrumentos e materiais de estudo, indispensáveis à execução do trabalho técnico.

Aos amigos Dr<sup>a</sup>.Solange Costa da Silva e Prof<sup>o</sup>. Clauzionor Lima da Silva pela concessão de seu tempo de estudo, para corrigir pontos nos mapas.

Aos geólogos Maria Rosária do Carmo e Haroldo Aragão pela colaboração espontânea de amigos.

Aos Professores Pedro Ivo Guimarães e Rutênio Araújo, pelo incentivo diário com a força da amizade.

Aos colegas de turma Francisco Girão (fotógrafo dos meus perfis de solos), Roberto Matias, Willer Pinto, Ana Gleice Santos, Liliam Gleicy Oliveira, Antonia Pinto e Max Rozo, pela troca dos bons sentimentos e companheirismo.

Aos meus familiares, Marilda Meireles, Sandra Teixeira, João Matheus Teixeira e Deborah Teresa Teixeira, pelo valioso auxílio na digitação do texto.

À todos enfim, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Caracterizações morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas foram realizadas em solos derivados de sedimentos da Formação Alter do Chão que ocupam o campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com o objetivo de subsidiar o entendimento dos processos de formação e de classificação desses solos. Foram selecionados em duas toposseqüências, seis perfis de solo: o perfil (CAM1), ocorrendo na parte alta do relevo (topo); na encosta (CAM2 e CAM4) e na baixada (CAM3, CAM5 e CAM6). Os solos foram descritos morfológicamente e submetidos às análises granulométricas, químicas e mineralógicas. Os perfis apresentaram seqüências A-B e A-C CAM1 com estrutura granular e muito pequenos blocos; e CAM2, com estrutura de médios blocos, evidenciam influência da dinâmica da água na transformação Bw para Bt. O perfil CAM1 (topo) tem textura muito argilosa, bem como, os perfis CAM2 e CAM4 relacionados com uma rampa de colúvio, têm texturas média/argilosas. O perfil CAM3, originado de sedimentos colúvio-aluvionais, mostra cores de gleização e textura média/arenosa, similar à textura do perfil CAM5. A textura do perfil CAM6 é típica do domínio arenoso. Os solos foram moderados e fortemente ácidos, álicos e distróficos, com Ki em torno de 2,0, indicando alto grau de intemperismo. O exame mineralógico registrou caulinita com elevado grau de cristalinidade, em todos os solos. Os perfis foram classificados como Latossolo Amarelo (CAM1), Argissolo Amarelo (CAM2 e CAM4), Neossolo Flúvico (CAM3), Cambissolo (CAM5), Neossolo Quartzarênico (CAM6).

Palavras-chave: pedologia, mineralogia, classificação.



## ABSTRACT

Morphological, physical, chemical, and mineralogical organizations were conducted on soils derived from the Alter do Chão Formation sediments, which occupy the Universidade Federal do Amazonas (UFAM) campus, for the aim of subsidizing the understanding these soils' formation processes and classification. Five soil profiles were selected in two toposequences: profile (CAM1), occurring on the relief's high part (top); on backslope (CAM2 and CAM4) and on foot slope (CAM3 and CAM5). Profile CAM6 is located on a different area from the others, namely the sandy region. The soils were described morphologically and submitted to granulometric, chemical, and mineralogical analyses. The profiles presented A-B and A-C horizon sequences. CAM1 with granular structure and very small blocks; and CAM2 with medium-sized blocks structure, reveal water dynamics influence in the transformation from Bw to Bt. Profile CAM1 (top) presents a very clayey texture, just as CAM2 e CAM4 profiles related with a colluvium mantle, present médium-clayey texture. Profile CAM3, from mixed colluvium and alluvium sediments, display glerization colors and medium/sandy texture, similar to that of CAM5 profile. CAM6 profile texture is typical to the sandy domain. Soils were moderately to highly acidic, allic and dystrofic, with *ki* ratio around 2.0, indicating a high extent of weathering. The mineralogical examination recorded kaolinite with a high crystallinity degree in every soil. Profiles were classified as Yellow Latosol (CAM1), Yellow Argisol (CAM2 and CAM4), Fluvic Neosol (CAM3), Cambisol (CAM5), and Quarzipsammentic Neosol (CAM6).

Keywords: pedology, mineralogy, classification.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. ESTADO DA ARTE .....	17
2.1. CLASSES DE SOLOS .....	18
2.1.1. Latossolos Amarelos .....	18
2.1.2. Argissolos Amarelos .....	18
2.1.3. Cambissolos .....	19
2.1.4. Gleissolos .....	19
2.1.5. Neossolos Flúvicos.....	20
2.1.6. Neossolos Quartzarênicos .....	20
3. LOCALIZAÇÃO.....	22
4. CLIMA .....	23
5. VEGETAÇÃO.....	26
6. FEIÇÕES DO RELEVO .....	28
7. CONTEXTO GEOLÓGICO .....	30
7.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO.....	30
8. MATERIAIS E MÉTODOS .....	32
8.1. TRABALHO DE ESCRITÓRIO .....	32
8.2. TRABALHO DE CAMPO.....	32
8.3. ANÁLISES DE LABORATÓRIO.....	33
8.3.1. Análise Física .....	33
8.3.2. Análise Química.....	33
8.3.3. Análise Mineralógica .....	36
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
9.1. PERFIL CAM 1.....	37
9.1.1. Análise morfológica .....	37
9.1.2. Análise física .....	38
9.1.3. Análise química.....	39
9.1.4. Análise mineralógica.....	43
9.2. PERFIL CAM2.....	44
9.2.1. Análise morfológica .....	44
9.2.2. Análise física .....	45
9.2.3. Análise Química.....	46

9.2.4. Análise Mineralógica .....	49
9.3. PERFIL CAM 3.....	50
9.3.1. Análise morfológica .....	50
9.3.2. Análise física .....	51
9.3.3. Análise química.....	52
9.3.4. Análise mineralógica.....	55
9.4. PERFIL CAM4.....	56
9.4.1. Análise morfológica .....	56
9.4.2. Análise física .....	57
9.4.3. Análises químicas.....	58
9.4.4. Análise mineralógica.....	61
9.5. PERFIL CAM5.....	62
9.5.1. Análise morfológica .....	62
9.5.2. Análise física .....	63
9.5.3. Análise química.....	64
9.5.4. Análise mineralógica.....	67
9.6. PERFIL CAM 6.....	68
9.6.1. Análise morfológica .....	68
9.6.2. Análise física .....	68
9.6.3. Análise química.....	69
9.6.4. Análise mineralógica.....	72
10. CONCLUSÃO.....	73
11. REFERÊNCIAS .....	74
ANEXOS .....	78

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo .....	22
Figura 2 - Gráfica do Balanço Hídrico para Manaus-Am. Método de THORNTHWAITE e MATHER (1955 apud MOTA, 2001), baseado em dados observados no período de 1971 a 2000. ....	25
Figura 3 – Mapa da vegetação da área de estudo .....	27
Figura 4 - Mapa Planimétrico da área de estudo .....	29
Figura 5 – Mapa Geológico de Manaus.....	31
Figura 6 - Latossolo Amarelo Álico (Foto: J. Alecrim) .....	37
Figura 7 - Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM1. ....	39
Figura 8 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM1 .....	42
Figura 9 – Distribuição de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^{+}$ em profundidade no perfil CAM1 .....	42
Figura 10 – Difratoograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM1, horizontes A e B. K: caulinita; G: goethita. ....	43
Figura 11 – Argissolo Amarelo Tb Distrófico( Foto J. Alecrim).....	44
Figura 13 - Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM2.....	48
Figura 14 – Distribuição de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^{+}$ em profundidade no perfil CAM2.....	48
Figura 15 – Difratoograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM2, horizontes A e B. K: caulinita .....	49
Figura 16 - Neossolo Flúvico Gleico (Foto: J. Alecrim).....	50
Figura 17 - Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM3 .....	51
Figura 18 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM3 .....	54
Figura 19 – Distribuição de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^{+}$ em profundidade no perfil CAM3 .....	54
Figura 20 - Difratoograma de raio – x da fração argila, sem tratamento do perfil CAM3, horizontes A e B. K: caulinita .....	55
Figura 21 - Argissolo, Amarelo Tb Distrófico (Foto: Girão).....	56
Figura 22–Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM4.....	58
Figura 23 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM4 .....	60
Figura 24 - Distribuição de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^{+}$ em profundidade no perfil CAM4.....	60
Figura 25– Difratoograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM4, horizontes A e B. K: caulinita; G:goethita .....	61
Figura 26: Cambissolo Háptico Tb Distrófico (Foto: Girão) .....	62
Figura 27 – Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM5.....	63

Figura 28 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM5 .....	66
Figura 29 – Distribuição de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^{+}$ em profundidade no perfil CAM5.....	66
Figura 30– Difratoograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM5, horizontes A e B. K: caulinita. ....	67
Figura 31- Neossolo Quartzarênico Distrófico (Foto: Girão) .....	68
Figura 32 – Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM6.....	69
Figura 33 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM6 .....	71
Figura 34 – Distribuição de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{K}^{+}$ em profundidade no perfil CAM6.....	71
Figura 35 - Difratoograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM6, horizontes C. K: caulinita; Q: quartzo.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Balanço hídrico, segundo Thornthwaite e Matter (1955 apud MOTA, 2001), de Manaus-AM; no período de 1971 a 2000.....	24
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise Física do Perfil CAM1 .....	38
Quadro 2 - Análise Química do Perfil CAM1 .....	41
Quadro 3 - Análise Física do Perfil CAM2 .....	45
Quadro 4 - Análise Química do Perfil CAM2 .....	47
Quadro 5 - Análise Física do Perfil CAM3 .....	51
Quadro 6 - Análise Química do Perfil CAM3 .....	53
Quadro 7 - Análise Física do Perfil CAM4 .....	57
Quadro 8 - Análise Química do Perfil CAM4 .....	59
Quadro 9 - Análise Física do Perfil CAM5 .....	63
Quadro 10 - Análise Química do Perfil CAM5 .....	65
Quadro 11 - Análise Física do Perfil CAM6 .....	69
Quadro 12 - Análise Química do Perfil CAM6 .....	70

## 1. INTRODUÇÃO

Na cidade de Manaus, particularmente na sua porção Leste, está situado o Campus da Universidade Federal do Amazonas, numa área cerca de 600 ha. Sob condições tropicais registra-se uma gama de solos, expressiva pelos diferentes processos pedogenéticos ou não. A maioria desses solos situa-se sobre antigas e estáveis superfícies geomórficas (BUOL apud TORRADO, 1999, p. 358). Solos com características latossólicas predominam nos aplainamentos situados nas zonas cimeiras, enquanto nas que gradam diretamente para o baixio dominam os solos com B textural, e nas cotas mais inferiores, inexpressiva massa arenosa recente com perfil A/C, segundo o mapeamento realizado por BARROS, 1998.

O material geológico que constitui sua parte mais elevada é atribuído ao Período Cretáceo da Formação Alter do Chão.

Uma forma bastante eficiente para avaliar a progressão das características e propriedades dos solos é o estudo de suas seqüências. O fator material de origem nas diferentes posições do relevo é fortemente afetado pela natureza dinâmica dos processos geomorfológicos. Situações assim possibilitam avaliar o grau de influência de um fator de formação, em específico, no desenvolvimento dos atributos de certo solo.

Para HALL (1983), o movimento e distribuição da água na vertente é a principal razão para a diferenciação dos solos na topossequência. Nas regiões úmidas florestadas, o movimento lateral da água em superfície é o mais importante, enquanto o escoamento superficial é praticamente nulo (GERRARD, 1981; BIRKELAND, 1984). O fluxo lateral de superfície pode seguir duas vias preferenciais de escoamento: uma mais próxima da superfície, e outra, mais profunda, denominada fluxo basal. A translocação lateral em superfície de material em solução e partículas em suspensão afeta os solos da encosta e, em particular os situados nas zonas mais baixas, conforme HALL (1983). É consenso dos autores, que, o movimento lateral da água transporta em solução Na, K, Ca, Mg, Si, Fe, Al, e Mn. Por sua vez, o influxo desse material para as partes baixas da vertente altera a composição mineralógica dos solos aí situados, pois os parâmetros da solução do solo que controlam a estabilidade dos minerais são modificados, notadamente a relação Si / Al.

Deve-se mencionar a alternância oxi-redox do Fe, em ambiente periodicamente saturado, que pode levar à acidificação do solo, segundo PRADO (1995). Como consequência, desenvolvem-se solos com baixa saturação por bases e pequenos teores de argila.



A ação do fluxo lateral sobre os solos da encosta não se restringe às transformações química e mineralógica. Concomitantemente, ocorrem transformações morfológicas pelo processo de adensamento por dessecação, (MONIZ apud MAFRA, 2001, p. 367), responsável pela gênese da estrutura em blocos (ou prismática) de solos com B textural, mediante deformação plástica induzida por ciclos alternados de umedecimento e secamento.

Hoje é acentuada a preocupação com a constituição, física, química e mineralógica dos solos, quando se deseja adequá-las à classificação brasileira mais recente. Existem poucas informações sobre os solos da Cidade de Manaus, em particular, do Campus Universitário, inclusive no que se refere à gênese e classificação. Alguns solos não foram devidamente estudados, embora sejam componentes frequentes da cobertura pedológica do ecossistema amazônico.

A presente Dissertação trata da caracterização morfológica, física, química e mineralógica dos solos mais frequentes no Campus Universitário da UFAM, que numa classificação mais atual, torna-se referencial e aplicável para toda a Cidade de Manaus.

## 2. ESTADO DA ARTE

Este capítulo resume os poucos trabalhos anteriores sobre solos de Manaus e, em particular, os solos do Campus Universitário da UFAM (Universidade Federal do Amazonas).

BOULET *et al.* (1982), analisaram a organização da cobertura pedológica de Manaus, a partir dos platôs até o fundo dos vales. Dividiram em dois polos principais de diferenciação pedológica suas observações: Assim:

- a) Um polo argiloso. São os latossolos muito argilosos, associados a uma vegetação de floresta densa (CHAUVEL apud LUCAS, 1984, p. 325). CHAUVEL *et al.* (1982) mostraram que essa cobertura muito argilosa resulta de uma transformação por dessilicificação e neoformação de caulinita, do material sedimentar subjacente.
- b) Um polo arenoso. São podzóis que apresentam horizontes de areia branca de vários metros de espessura. Estão associadas às campinas, formações vegetais baixas e abertas (ANDERSON apud LUCAS, 1984, p. 325).

Verificaram ainda a presença de solos podzólicos intermediando a transição no sentido dos vales.

Recentemente, HORBE (1997) refere-se a dois grupos de solos, na Cidade de Manaus: os latossolos desenvolvidos sobre as crostas lateríticas e coberturas argilosas do Terciário e os podzóis formados sobre os sedimentos da Formação Alter do Chão.

SANTOS JUNIOR (2002) relata que na Cidade de Manaus, foram descritas as unidades predominantes de solo: os Latossolos e os Podzóis, resultantes da ação intempérica sobre o material litológico supracitado.

BARROS (1998) realizou levantamento detalhado de solos do Campus Universitário da UFAM, como subsídios na implantação de Sistemas Agroflorestais. Identificou as unidades de solos mais representativas de Manaus, Latossolos Amarelos (56,58%) e Podzólicos (37,12%), e a não representativa, bastante comum, Areias Quartzosas (6,30%).

A partir de 1999, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos traz um novo enfoque, incluindo ajustes na nomenclatura (ANEXO II).

## 2.1. CLASSES DE SOLOS

### 2.1.1. Latossolos Amarelos

É a unidade de maior ocorrência na Amazônia representa 50% dos solos. Caracterizando-se pelo avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, resultante da variação de fortemente a bem drenados. Solos fortemente ácidos, Distróficos ou Álicos. Mostram seqüência de horizontes A, B e C pouco diferenciados e transições usualmente difusas ou graduais (EMBRAPA, 1999).

O Latossolo Amarelo constituído por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A; e matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B inclusive BA (EMBRAPA, 1999).

CAMARGO & RODRIGUES (1979) afirmam que os Latossolos Amarelos, são derivados de sedimentos areno-argilosos ou argilo-arenosos do grupo Barreira, Alter do Chão e congêneres referidos ao Terciário ou de cobertura relacionada a esses sedimentos.

Típicos das regiões equatoriais e tropicais estão distribuídos por amplas e antigas superfícies de erosão, sedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado (EMBRAPA, 1999). Na Região Amazônica, os Latossolos Amarelos são encontrados em relevos planos, suaves e ondulados, entre Manaus e Itacoatiara (BRASIL, 1969), Cacau Pirera e Manacapuru (SILVA *et al.* 1970).

Mais de 80% dos minerais encontrados na fração argila dos Latossolos Amarelos observados na Amazônia são cauliníticos (SOMBROEK, 1996; DEMATTÊ, 1988).

### 2.1.2. Argissolos Amarelos

Denominado antigamente de Podzólico Amarelo, em geral, são solos profundos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade baixa, logo abaixo do horizonte A ou E.

O Argissolo Amarelo diferencia-se dos demais pelo matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (EMBRAPA, 1999).

Pela Word Reference Base/FAO, “Lixisol” é o Argissolo Distrófico e “Acrisol”, o Argissolo Eutrófico. Estes solos têm proporções ligeiramente maiores de silte e minerais pouco resistentes ao intemperismo, do que o Latossolo, além da marcante diferenciação dos horizontes (LEPSCH, 2002)

Segundo CAMARGO & RODRIGUES (1979) os Podzólicos Amarelos, sempre associados com os Latossolos Amarelos, têm sido raramente assinalados nos baixos platôs da Região Amazônica, relacionados a sedimentos da Formação Alter do Chão.

Conforme OLIVEIRA *et al.* (1992) os Podzólicos Amarelos podem ser abruptos ou não e os registrados atualmente são tipicamente álicos ou distróficos. Distinguem-se dos Latossolos Amarelos pela maior diferença textural (Bt) e tendência para aparência cromática menos amarela que os Latossolos equiparados.

### 2.1.3. Cambissolos

Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (EMBRAPA, 1999), excluído o Chernozêmico, quando a argila do Bi for de atividade alta (OLIVEIRA, *et al.* 1992).

Os Cambissolos são originados dos mais diversos materiais e encontrados sob condições climáticas variadas. Em decorrência são constatados solos álicos, distróficos, eutróficos, com carbonatos ou carbonáticos, desde muito até imperfeitamente drenados, rasos, profundos, podendo ter atividade de argila desde muito baixa até muito alta (OLIVEIRA, *et al.* 1992).

Na região Amazônica, destaca-se o Estado do Acre onde, em grande parte, os Cambissolos são de argila de atividade alta, conforme EMBRAPA *apud* OLIVEIRA, 1992, p.160.

Esta classe compreende os solos anteriormente classificados como Cambissolos, inclusive os desenvolvidos em sedimentos aluviais (EMBRAPA, 1999).

### 2.1.4. Gleissolos

Foram definidos como solos hidromórficos, constituídos por material mineral que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo, ou a profundidades entre 50 e 125 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (gleisados ou não), ou precedidos por horizonte Bi, Bt ou C mosqueados abundantes com cores de redução (EMBRAPA, 1999).

Para LEPSCH (2002), Gleissolos são imaturos ou pouco evoluídos e, estando em fase inicial de formação, não contém horizontes pedogenéticos bem definidos. Fato este, decorrente da posição do relevo que propicia um constante acúmulo de sedimentos (áreas

baixas e planas). As condições de encharcamento são ocasionadas por lençol freático próximo à superfície, pelo menos em alguns meses do ano.

De acordo com OLIVEIRA *et al.* (1992), esses solos ocorrem, normalmente, em regiões de climas úmidos, tanto em planícies ribeirinhas, como na parte inferior das encostas adjacentes.

Os solos classificados anteriormente como Glei Pouco Húmico e Glei Húmico, pertencem à atual classe dos Gleissolos (EMBRAPA, 1999).

#### 2.1.5. Neossolos Flúvicos

Os Neossolos, em geral, são constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, segundo EMBRAPA (1999).

Em 1998, foi publicado o WRB (Word Reference Base) para recursos do solo, denominando de “Fluvisols” os correspondentes na Classificação Brasileira, atual como Neossolos Flúvicos. Estes são pouco desenvolvidos, derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si (LEPSCH, 2002).

Os Neossolos Flúvicos, afirmam OLIVEIRA *et al.* (1992), desenvolvem-se apenas nas planícies aluvionais em depósitos recentes fluviais, marinhos e lacustres. Devido às diversas situações fisiográficas, como terraços, diques marginais e meandros, as propriedades podem variar à curta distância vertical e (ou) horizontal. Isso dificulta o seu mapeamento e a escolha de um perfil representativo. Estes solos apresentam estratificação, em geral, acompanhada por uma distribuição irregular de carbono.

Os solos classificados anteriormente como Aluviais, agrupam-se como Neossolos Flúvicos (EMBRAPA, 1999).

#### 2.1.6. Neossolos Quartzarênicos

Pela WRB/FAO, grupos de solos condicionalmente formados em materiais de origem especiais denominam-se “Arenosols”. Estes, em regiões tropicais úmidas podem até suportar florestas densas ou cerrados, embora estejam sujeitas a processos intensivos de lavagens permanentes, segundo LEPSCH (2002).

Antes classificado como Areia Quartzosa, de acordo com EMBRAPA (1999) enquadra-se na subordem dos Neossolos Quartzarênicos.

Segundo FALESI *et al.* (1986), nas Areias Quartzosas o horizonte A apresenta coloração variando de bruno acinzentada escura à cinza clara (matiz 10YR), enquanto a coloração do horizonte C varia de amarela, bruno amarelada, vermelha e suas variações .

Pela atual Classificação de Solos, caracteriza-se pela seqüência A-C, sem contato lítico nos primeiros 50 cm de profundidade, com textura areia ou areia franca nos horizontes, desde a superfície até um contato lítico de maior composição quartzosa. Quartzo, calcedônia, e opala, compõem 95% da fração areia, em geral. Minerais primários alteráveis, praticamente, inexistem.

### 3. LOCALIZAÇÃO

A área estudada situa-se na sede do Município de Manaus, Amazonas, a 92,9 metros de altitude  $3^{\circ} 6' 52,5''$  de latitude sul e  $59^{\circ} 59' 22,5''$  de longitude oeste de Greenwich.

Faz limites ao Norte com o Município de Presidente Figueiredo; ao Sul com os Municípios de Careiro e Iranduba; à Leste com os Municípios de Rio Preto da Eva e Amatari; e à Oeste com o Município de Novo Airão.

O Campus da Universidade Federal do Amazonas com, aproximadamente 80 m de altitude, ocupa uma área de 591,97 ha encravada na zona leste da Cidade de Manaus. Limita-se ao Norte com o Conjunto Acariquara e Condomínio Ouro Negro; ao Sul com os Conjuntos Nova República e Atílio Andreazza (na área pertencente à SUFRAMA); à Leste com o Conjunto Alfredo Campos e à Oeste com a Estrada do Contorno (Figura 1).

A área selecionada compõe o Levantamento Detalhado dos Solos do Campus da Universidade do Amazonas realizado por BARROS (1998).

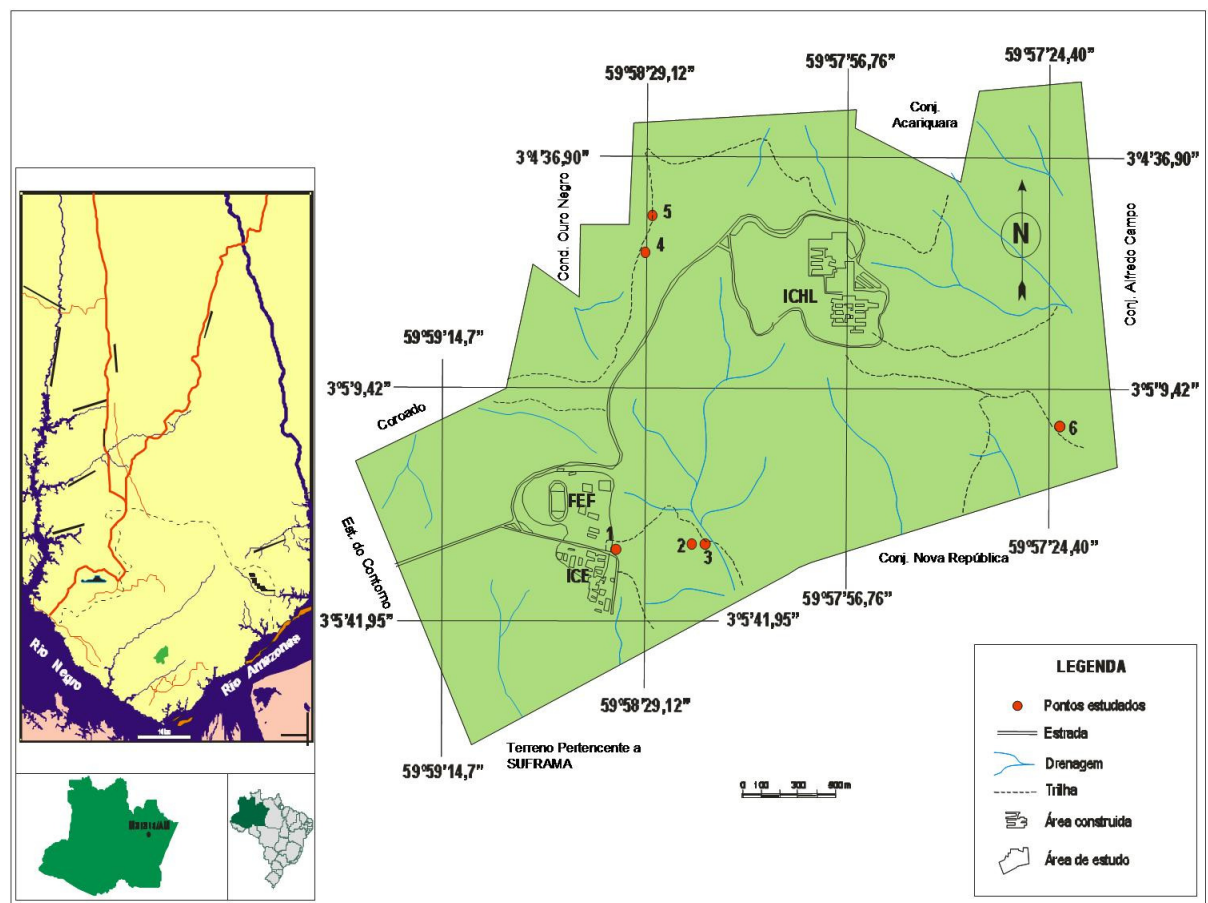


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

## 4. CLIMA

O clima de Manaus segundo KÖPPEN, é Af e AMW (BENTO, 1998). O primeiro tipo corresponde ao clima de florestas tropicais, cuja temperatura e precipitação apresentam pouca variação durante o ano, mantendo-se em um nível elevado e constantemente úmido. O segundo tipo climático caracteriza-se por apresentar umidade suficiente para sustentar a floresta tropical, com uma estação seca de pouca amplitude. A estação meteorológica da EMBRAPA registrou dados para o período de 1971 a 2000, que possibilitaram a MOTA e MEDEIROS (2001) a mais recente composição de balanço hídrico para a região de Manaus (Tabela 1). Observando este, afirma-se que a precipitação média anual é de 2587 mm, sendo 1730 mm concentrados nos meses de dezembro a maio, correspondendo a 66,9% de toda a precipitação anual e o restante 33,1% distribuído dentre os demais meses. O mês de abril, com 317 mm, apresentou a maior pluviosidade média, enquanto a menor foi a de agosto 108 mm. A temperatura média anual, registrada na estação meteorológica, é de 25,6 °C, sendo os meses de setembro e outubro os mais quentes. A temperatura média das máximas é de 26,7 °C, e para os meses mais frios, a temperatura média das mínimas é de 25,5 °C. O balanço hídrico apresenta uma evapotranspiração potencial, corrigida, da ordem de 1529 mm anuais, sendo que seis meses com excedentes variando de 138 mm a 197 mm - dezembro a junho - e três meses de déficit variando de 3 mm a 7mm – julho a setembro (Tabela 1 e Figura 2). Esses dados e as características atuais da área indicam a ocorrência de um clima tropical chuvoso com regime pluviométrico que define uma estação seca, porém suplementada pela água retida no solo.



Tabela 1: Balanço hídrico, segundo Thornthwaite e Matter (1955 *apud* MOTA, 2001), de Manaus-AM; no período de 1971 a 2000.

Mês	Temp. °C	EP (mm)	Correção	EP Corrigida	P	P-EP	Neg acumulada	Arm.	Alt.	ER	Def.	Exc.
(mm)												
Jan.	25,6	119	1,06	126	264	138	-	100	-	126	-	138
Fev.	25,5	117	0,95	111	294	183	-	100	-	111	-	183
Mar.	25,7	120	1,04	125	310	185	-	100	-	125	-	185
Abr.	25,7	120	1,00	120	317	197	-	100	-	120	-	197
Mai.	25,8	122	1,02	124	272	148	-	100	-	124	-	148
Jun.	25,6	119	0,99	117	164	47	-	100	-	117	-	47
Jul.	25,6	119	1,02	121	117	-4	-4	96	-4	121	-	-
Ago.	26,2	129	1,03	131	108	-23	-27	76	-27	128	3	-
Set.	26,6	136	1,00	136	112	-24	-51	59	-17	129	7	-
Out.	26,7	138	1,06	145	164	19	-24	78	19	145	-	-
Nov.	26,5	134	1,03	138	192	54	-	100	22	138	-	32
Dez.	26,1	127	1,06	135	273	138	-	100	-	135	-	138
Ano				1.529	2.587	1.058		1.109		1.519		1.068

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

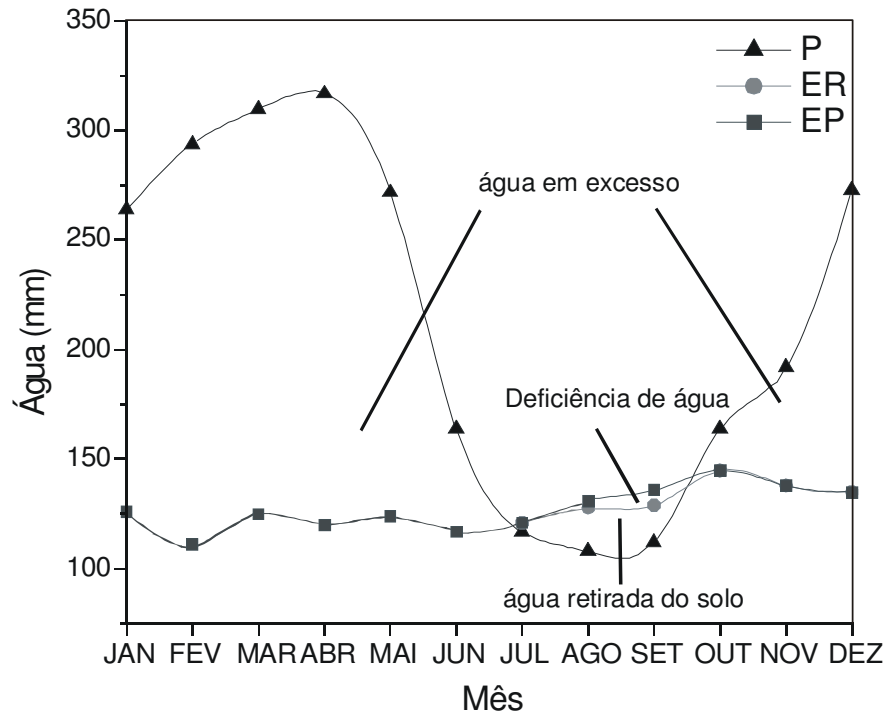


Figura 2 - Gráfica do Balanço Hídrico para Manaus-Am. Método de THORNTHWAITE e MATHER (1955 *apud* MOTA, 2001), baseado em dados observados no período de 1971 a 2000.

## 5. VEGETAÇÃO

Na cidade de Manaus, a vegetação em abundância adquiriu vários nomes: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Densa Tropical Úmida, Floresta Equatorial ou Floresta Pluvial Tropical Latifoliada (VIEIRA, 1998). Destacam-se na área as espécies vulgarmente conhecidas como cupiúba, amapá, morototó, paricá, piquiá, sapucaia, pracuúba, matamata, acariquara.

Vista como uma das últimas áreas verdes nesse perímetro urbano, o Campus da UFAM possui grande diversidade faunística e florística. IZEL e CUSTÓDIO (1996), realizando o mapeamento da cobertura florestal do Campus dessa Universidade, definiram três principais tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta e Vegetação de Campinarana (Figura 3). A primeira caracteriza-se por clima Ombrófilo sem período biologicamente seco durante o ano. Concentra-se na faixa equatorial, situada entre 10° N e 10° S, com predomínio de árvores de grande porte nos terraços aluviais e nos tabuleiros terciários, mostrando rica composição florística. É o tipo de vegetação mais representativo, cobrindo 267,79 há. correspondente a 45% da área total, há sete anos. Na seqüência, tem-se uma floresta situada na faixa de climas ombrófilos, porém caracterizada por um período seco pouco pronunciado. Registram-se, formas biológicas fanerófitas ombrófilas rosuladas e lianas lenhosas, e sua maioria. A maior proporção de espécies advém da Floresta Densa, justificando o porte alto de algumas árvores que mostram as copas pouco contíguas e o estrato arbustivo pouco denso. Portanto, as espécies arbóreas características são as mesmas do tipo anterior, fazendo cobertura de, aproximadamente, 40% da área total. O terceiro tipo de vegetação é a de Campinarana, típica da Amazônia, constituída de arbusto e pequenas árvores de altura homogênea, sendo muito bem definida pelas áreas deprimidas com Neossolos Quartzarênicos e possíveis Espodossolos.

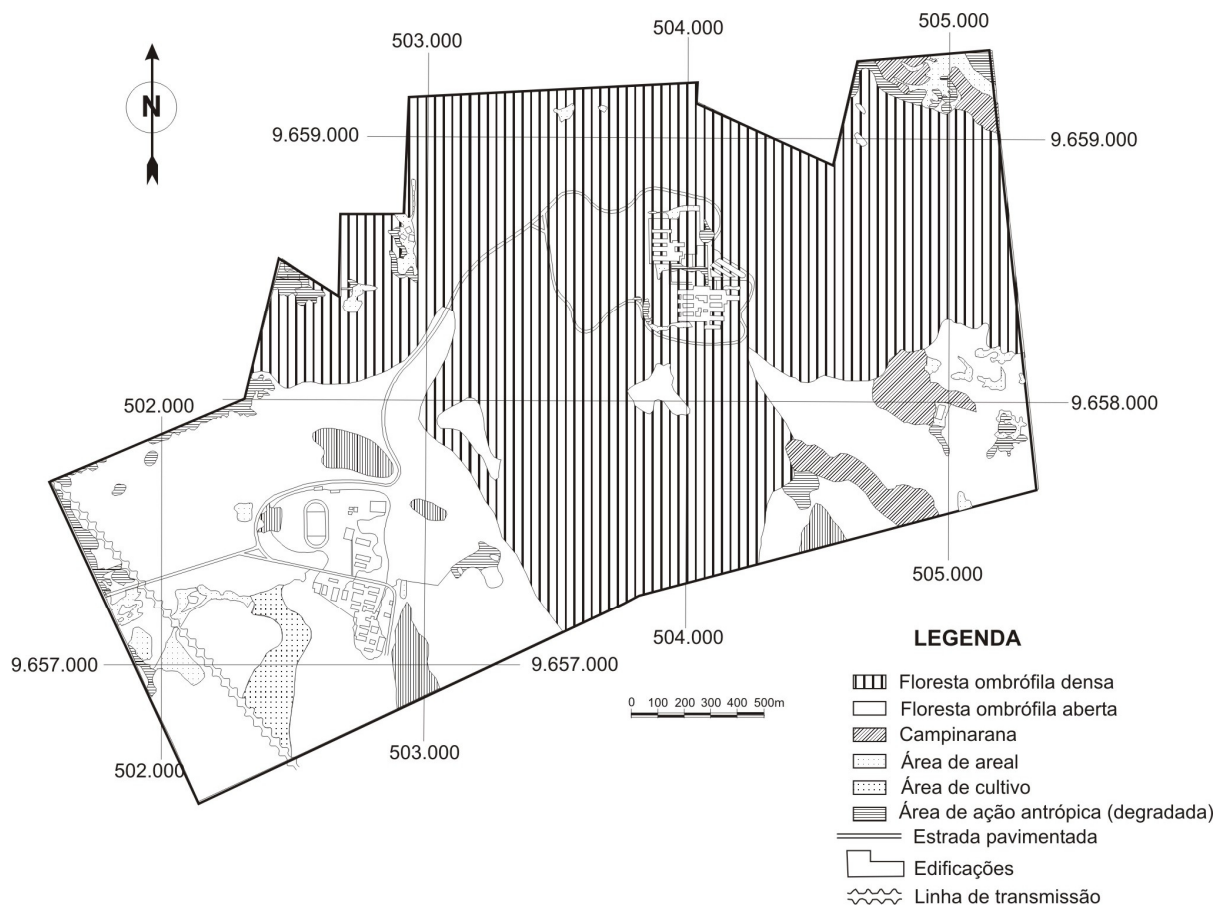


Figura 3 – Mapa da vegetação da área de estudo

## 6. FEIÇÕES DO RELEVO

O primeiro estudo urbano da Cidade de Manaus, deve-se a AB'SABER (1953), quando afirma que a cidade foi implantada sobre um pequenino fragmento de tabuleiro, com forte característica de cidade fluvial. Verificou ainda, que a fachada ribeirinha da cidade era marcada por um alinhamento de falésias fluviais de 20 a 50 metros de altura, com reverso suave ou aplainado para o interior e com uma ruptura de declive brusca e direta em relação à estreita faixa de praias arenosas de estiagem do Rio Negro. Por fim, definiu os elementos topográficos da Cidade de Manaus: “barreira” fluvial alongada e relativamente contínua na margem esquerda do Rio Negro; praias de estiagem de 10 a 20 metros de largura na base da “barreira”, totalmente inundáveis durante as cheias; colinas suaves e de níveis variáveis no reverso da “barreira”; níveis de terraceamento nos flancos dos principais igarapés e ligeiras rampas de acesso entre os terraços e os diversos níveis de colinas esculpidas.

Referindo-se à Unidade Morfoestrutural, Manaus está situada no Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro, identificado na Folha SA21 Santarém por NASCIMENTO (1976) citado por BRASIL (1976, p. 199). A unidade ultrapassa o Rio Negro para oeste, onde se limita com o Planalto Rebaixado da Amazônia (Ocidental). Está totalmente talhada sobre as rochas da Formação Alter do Chão e compreende o relevo de colinas pequenas e médias dissecadas (em processo de erosão), separadas por vales estreitos e fechados, onde a drenagem é do tipo subdendrítica.

Na Cidade de Manaus, as áreas mais elevadas estão no máximo a 100 metros acima do nível do mar. Os platôs situados nos bairros Cidade Nova, Parque das Nações e Aleixo, próximo ao INPA, se situam a 87 metros, 83 metros e 86 metros, respectivamente. Na região da Cidade Nova, existem áreas que variam entre 85 a 90 metros de altura. Porém, a topografia da cidade decresce progressivamente da porção norte-nordeste para sul-sudeste, em direção às margens dos Rios Negro e Amazonas. É evidente, que os vales dos igarapés e as margens desses rios são as áreas mais baixas. O vale do Igarapé do Mindu, por exemplo, possui 30 metros de altitude na região à montante do local de implantação da Avenida das Torres, e após sua confluência com o Igarapé do Goiabinha esse vale está abaixo de 25 metros. Nas margens da cidade com os Rios Negro e Amazonas, a topografia chega a 15 metros. Os interflúvios estreitos e alongados, situados entre as bacias dos Igarapés do Educandos e do São Raimundo, mostram um processo de dissecação, evidenciado pela incisão da drenagem.

Uma característica dos interflúvios é que estes se encontram alinhados segundo as direções NE-SW e NW-SE.

Próximo à Reserva Ducke, parte norte-nordeste da cidade, os platôs são mais amplos, característica resultante da associação de áreas onde predomina a erosão do relevo sobre outras áreas mais estreitas e com sedimentação restrita. Também pode ser observado que a superfície topográfica mais elevada, representada pelos platôs e zonas de interflúvios, está aproximadamente a 100 metros, enquanto a mais baixa (vales de drenagens) atinge 25 metros.

Por fim, a área do campus da UFAM, segundo BARROS (1998), insere-se no Baixo Platô Amazônico, com o relevo local suave ondulado a ondulado. Este está representado na Figura 4, (IZEL e CUSTÓDIO, 1996).

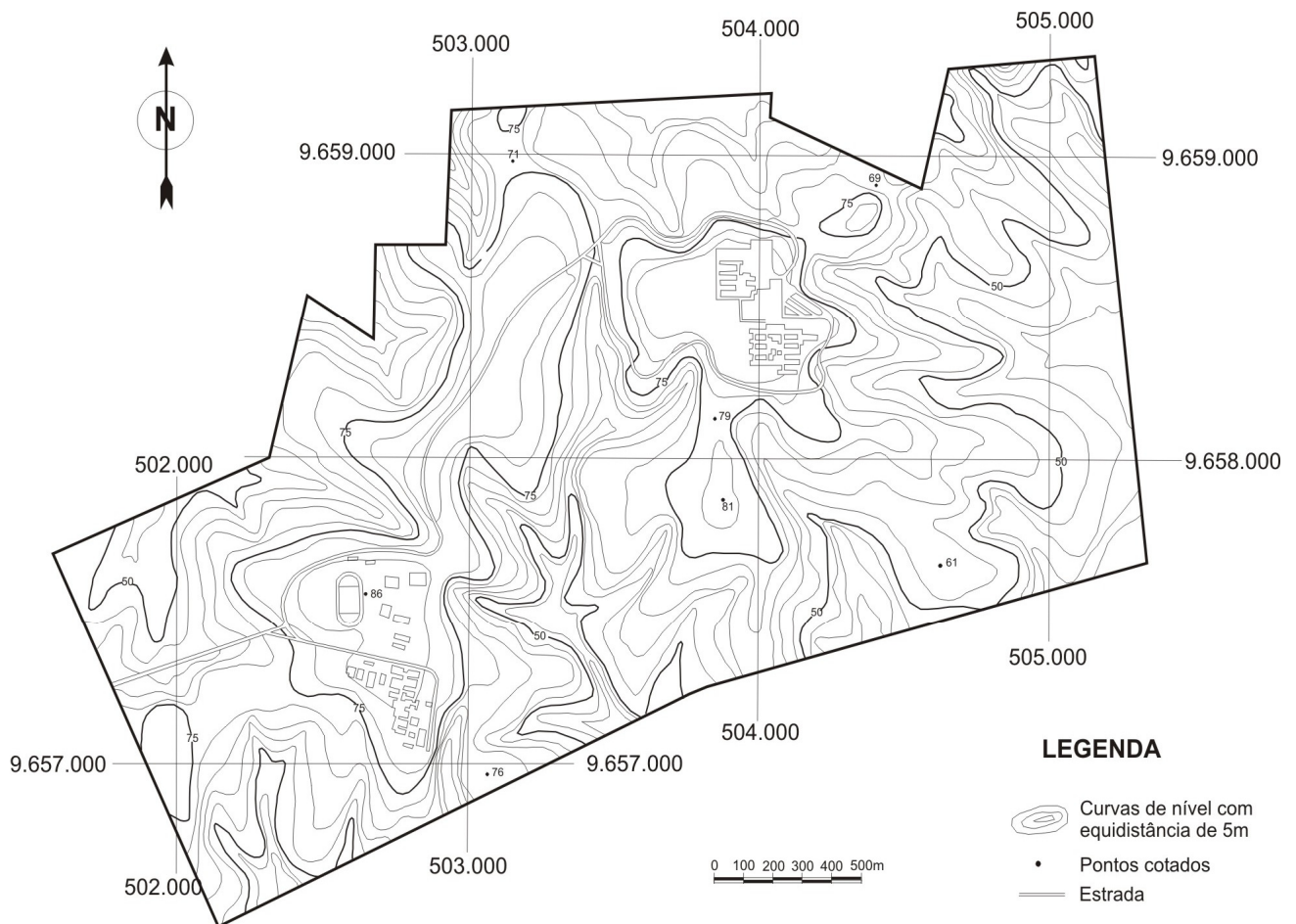


Figura 4 - Mapa Planimétrico da área de estudo

## 7. CONTEXTO GEOLÓGICO

Manaus encontra-se assentada sobre terrenos sedimentares da Bacia Sedimentar do Amazonas, na qual a última fase de deposição ocorreu com um relaxamento dos esforços compressionais, criando sítios deposicionais para a implantação do ciclo Cretáceo–Terciário, representado pelo Grupo Javari, depositado sobre a superfície de discordância do Paleozóico (CUNHA *et al.* 1994). No Neocretáceo instalou-se na parte Norte, da recém formada Placa Sul-Americana, um sistema fluvial arenoso de alta energia, estendendo-se desde sua borda Leste até as bacias subandinas e Margem Passiva à Oeste, que resultou na deposição dos sedimentos da Formação Alter do Chão, na Região Amazônica Brasileira. Nessa época o clima sofreu uma mudança de árido para o úmido e o fluxo da drenagem dava-se, provavelmente, para oeste em direção ao pretérito Oceano Pacífico.

O arcabouço estratigráfico da Bacia do Amazonas está relacionado às transgressões e regressões marinhas. O mar penetrou na região da Bacia do Amazonas no Ordoviciano, retirou-se durante o Siluriano, retornando no Devoniano para se retirar no início do Carbonífero e recuando no principio do Permiano.

### 7.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

A região urbana da cidade de Manaus está implantada sobre rochas sedimentares intemperizadas da Formação Alter do Chão, de idade Cretácea à Terciária (DAEMON & CONTREIRAS, 1972; DAEMON, 1975), e se encontra submetida à atuação de esforços neotectônicos (STERNBERG, 1950; IGREJA & FRANZINELLI, 1990), responsáveis pela geração de estruturas tectônicas (falhas e dobras), que produziram alterações nas características estratigráficas locais. Esta unidade sedimentar, considerada unidade basal do Grupo Javari, representa a sedimentação flúvio-lacustre da Bacia Sedimentar do Amazonas (CAPUTO *et al.* 1972, CAPUTO, 1984 e CUNHA *et al.* 1994). Distribuída em uma ampla região na Bacia do Amazonas, tal formação geológica é composta por arenitos avermelhados silicificados com granulação fina a média, intercalados com níveis argilosos e caulíníficos, além de arenitos inconsolidados. São comuns, nessas rochas estratificações tabulares, cruzadas, plano-paralelas e, como conteúdo fossilífero, fragmentos vegetais e indícios de manifestação biológica (estruturas biogênicas). Segundo CAPUTO *et al.* (1972) e CUNHA *et al.* (1994) essa unidade representa sedimentos depositados em ambiente flúvio-lacustre, anterior ao sistema atual do Rio Amazonas, quando tinha seu curso voltado para o Oceano

Pacífico. Considerando informações oriundas de perfurações para água subterrânea, a espessura dos depósitos da Formação Alter do Chão, na Cidade de Manaus é cerca de 200 metros.

Os corpos areníticos, chamados localmente de “Arenito Manaus”, que ocorrem em subsuperfície como parte da Formação Alter do Chão, compõem a faciologia mais conhecida dessa unidade sedimentar. Apresenta também, uma cobertura laterítica com perfil autóctone ferruginoso, considerada cobertura sedimentar recente, datada do Cenozóico (NOGUEIRA *et al.* 1997).

A área de estudo, segundo CARVALHO *et al.* (2003) apresenta feições litoestratigráficas típicas da região de Manaus: Formação Alter do Chão, Depósitos Holocênicos e Sedimentos Inconsolidados (Figura 5).

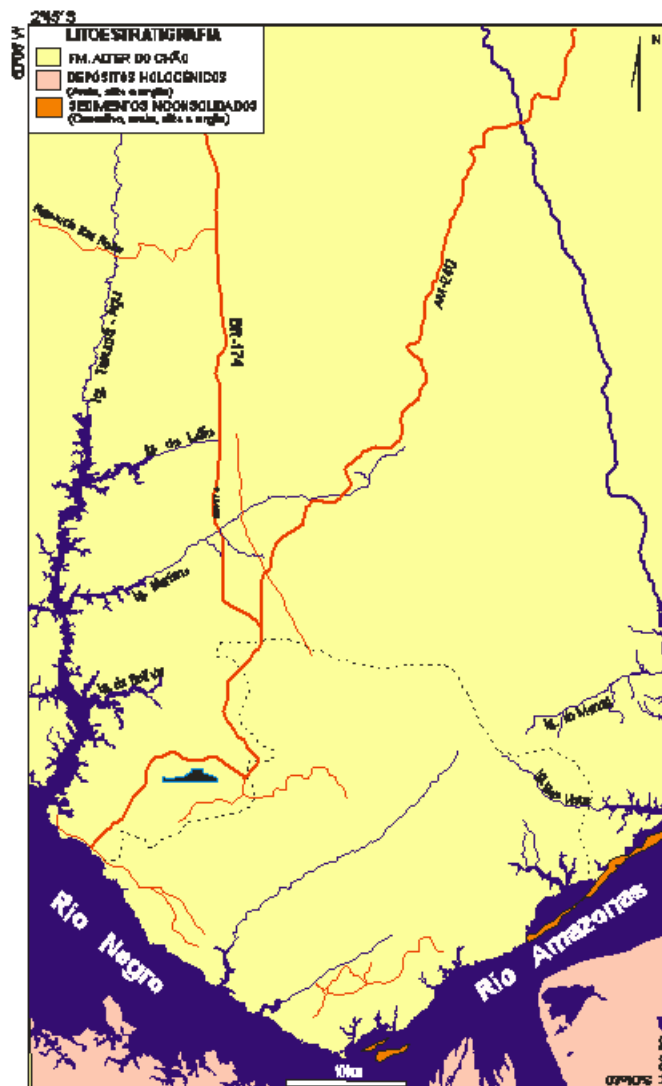


Figura 5 – Mapa Geológico de Manaus



## **8. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **8.1. TRABALHO DE ESCRITÓRIO**

Consistiu do levantamento de informações bibliográficas a respeito do meio físico a área investigada, e de trabalhos específicos do tema em questão. Houve, também, preparação de materiais de apoio às atividades de campo e de laboratório, tais como, informações cartográficas, reagentes, equipamento GPS, ferramentas de campo, lâminas para difratometria.

Com base nos dados obtidos, no campo e nos laboratórios, confeccionaram-se os quadros e os gráficos. Em seguida efetuou-se a interpretação e a redação da dissertação.

### **8.2. TRABALHO DE CAMPO**

Elaborou-se um roteiro de campo, constituído de caminhamentos pelas principais estradas e trilhas da área estudada, buscando vertentes em posições opostas e diferentes ambientes aluvionares, sopés. Assim foram abertas seis trincheiras, tendo suas posições registradas por GPS.

As três trincheiras correspondentes aos perfis CAM1, CAM2 e CAM3 foram locadas na área do Mini-Campus, enquanto as outras três compoem os perfis CAM4, CAM5 à esquerda da via Mini-Campus / ICHL e CAM6 na zona do areal (ANEXO III).

Nesses locais representativos, efetuaram-se descrições morfológicas e coletas das amostras de todos os horizontes, segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (LEMOS & SANTOS, 1996).

As cores dos solos foram determinadas por comparação, usando-se a Munsell Soil Color Charts (MUNSELL COLOR, 1975).

Amostras dos perfis em estudo foram enviadas ao laboratório para análises físicas, químicas e mineralógicas, indispensáveis à classificação dos solos.

### 8.3. ANÁLISES DE LABORATÓRIO

As amostras de solo, após terem sido secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2mm de diâmetro (TFSA), foram analisadas de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 1979).

#### 8.3.1. Análise Física

A determinação da composição granulométrica do solo, após destruição da matéria orgânica, foi procedida pelo Método Internacional da Pipeta modificado. Como agente dispersante usou-se uma solução de pirofosfato de sódio ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) N. Decorridos 24 horas de repouso, o material parcialmente disperso, foi agitado durante 15 minutos em uma coqueteleira de alta rotação. Em seguida, por peneiramento, procedeu-se a separação da porção areia, a dispersão restante foi homogeneizada por agitação, e após três horas de repouso foi pipetada uma alíquota da mesma e submetida a secagem em estufa a  $105^\circ - 110^\circ \text{C}$ , até peso constante, obtendo-se deste modo a fração argila. A fração silte foi determinada por cálculo, subtraindo-se de 100 a soma das percentagens de areia e argila.

#### 8.3.2. Análise Química

##### 8.3.2.1. Carbono Orgânico

Foi determinado pelo método Álcali Break, que é baseado na ação oxidante do bicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), em meio ácido, sob a fração denominada carbono orgânico do solo, essa reação é realizada a quente na presença do catalisador sulfato de prata ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ). O excesso do agente oxidante titula-se com sal de ferro divalente, usando-se como indicador oxiredox, difenilamina.

### 8.3.2.2. Matéria Orgânica

É estimada a partir do conteúdo em carbono, usando-se o seguinte fator de conversão:

$$M0\% = \frac{100}{58} \times C\% \qquad M0\% = 1,724 \times C\%$$

58

### 8.3.2.3. Determinação do pH

O pH em água foi determinado potenciométricamente numa suspensão solo-água na proporção 1 : 2,5 utilizando-se um sistema de eletrodo de vidro e calomelano. A suspensão solo-água foi agitada manualmente durante 5 minutos, deixada em repouso durante uma hora, foi novamente agitada e imediatamente foi feita a determinação em potenciômetro. O pH em solução de KCl N foi determinado do mesmo modo, apenas se substituindo a água por solução contendo KCl N.

### 8.3.2.4. Fósforo Assimilável (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Foi usada como solução extratora (North Carolina), que é uma solução ácida de HCl 0,05N e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025N.

O método baseia-se numa redução a frio do íon fosfomolibdato em presença de um sal de bismuto como catalisador. O redutor empregado foi o ácido ascórbico, o qual propiciou o aparecimento de coloração azul muito estável, oriunda da formação do complexo heteropoliácido, produto da redução do fosfomolibdato.

### 8.3.2.5. Cálcio e Magnésio Trocáveis

Foram extraídos com solução de cloreto de potássio (KCl) N, pH 7,0 e determinados por complexometria. Posteriormente o cálcio foi dosado isoladamente usando-se como indicador o ácido calconcarboxílico. O magnésio foi obtido por diferença.

### 8.3.2.6. Sódio e Potássio Trocáveis

Foi utilizado o extrator HCl 0,05N e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025N. Uma alíquota do extrato foi analisada por fotometria de chama e os resultados obtidos foram comparados com a curva padrão dos elementos.

### 8.3.2.7. Hidrogênio e Alumínio Trocáveis

Utilizou-se o extrato de Ca  $(\text{CH}_3\text{COO})_2$  N pH 7,0. Em uma alíquota do extrato adicionou-se algumas gotas de fenolftaleína e titulou-se como solução de NaOH 0,1 N. com outra alíquota foi dosado o alumínio no extrato do solo com KCl N e pH 7,0. Após repouso de 24 foi usada a solução de NaOH 0,1 N, como agente titulante da acidez hidrolítica do alumínio trocável, em presença do azul bromotimol como indicador. O Hidrogênio foi determinado por diferença.

### 8.3.2.8. Determinação do grau de intemperização dos solos

Foi feita uma suspensão solo-ácido sulfúrico ( $d = 1,47 \text{ g/cm}^3$ ) que foi à ebulição durante uma hora. Após resfriamento do material procedeu-se às seguintes determinações:

$\text{SiO}_2$  – depois do ataque da sílica com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de densidade  $1,47 \text{ g/cm}^3$ , proveniente dos silicatos, determinou-se o  $\text{SiO}_2$  colorimetricamente. Tratou-se o resíduo com solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 5%, tomou-se uma alíquota e diluiu-se, para depois adicionar-se solução de molibdato de amônio. As leituras foram comparadas com os valores obtidos através de uma solução padrão.

$\text{Al}_2\text{O}_3$  – no filtrado do ataque sulfúrico, ferro e alumínio foram separados previamente por adição de NaOH a 40% e filtração do hidróxido respectivo. O  $\text{Al}_2\text{O}_3$  foi determinado por complexometria usando-se o método indireto de titulação do excesso de  $\text{Na}_2$  – EDTA por solução de  $\text{ZnSO}_4$ , empregando ditizona como indicador.

A redução prévia do  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$  foi feita com solução clorídrica de cloreto estanhoso.

### 8.3.2.9. Cálculos

Os índices Ki e Kr foram calculados pelas expressões simplificadas:

$$\text{Ki} = \% \text{SiO}_2 / \% \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (x 1,7)}$$

$$\text{Kr} = \% \text{SiO}_2 / \% \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,6375. \% \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (x 1,7)}$$

#### 8.3.2.10. Soma de Bases Trocáveis (S)

Foi determinada pela soma de cátions do solo, e foi expressa em  $\text{cmol}_c$  de cátions/kg de TFSE (Terra Fina Seca na Estufa).

$$S = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$$

#### 8.3.2.11. Capacidade de troca de cátions (T)

Foi calculada, pela soma do valor (S) com os teores de hidrogênio e alumínio trocáveis. Expressa em  $\text{cmol}_c/\text{kg}$  de TFSE.

$$T = S + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$$

#### 8.3.2.12. Índice de Saturação (V)

Significa a percentagem de S em T.

$$V\% = 100.S/T$$

#### 8.3.2.13. Percentagem de saturação com alumínio (m)

Foi determinada pela fórmula

$$m = 100.\text{Al}^{3+}/\text{Al}^{3+} + S$$

### 8.3.3. Análise Mineralógica

Realizadas em amostras selecionadas do horizonte B, na fração argila, obtida após dispersão com  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , agitação por vinte e quatro horas. Após a decantação, sifonou-se a suspensão argilosa, deixando em repouso no beker. Em seguida eliminou-se o líquido sobrenadante até o material ficar em estado viscoso, o suficiente para ser pipetado e saturar as lâminas. Estas quando secas, foram analisadas pela Difractometria de Raios-X, Método do Pó. O programa utilizado foi o Powder Diffraction File, e a análise por comparação de difratogramas. O difratômetro de raios-X Shimadzu 6000, pertence ao Laboratório de Difração de Raios-X, do Departamento de Geociências do ICE/UFAM; empregou-se radiação  $\text{K}\alpha$ , produzidos por tubo de Cu.

## 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos os resultados das análises morfológicas, física, química e mineralógica de cada perfil, procurando correlacionar às variações verticais entre os diversos horizontes.

### 9.1. PERFIL CAM 1

Latossolo Amarelo Álico, encontra-se nas cotas mais altas (maior 64 m) do Campus Universitário (Figura 6).



Figura 6 - Latossolo Amarelo Álico (Foto: J. Alecrim)

#### 9.1.1. Análise morfológica

O horizonte A de 40 cm de espessura mostra cores bruno acizentado – escuro (10 YR 4/2, úmido), influência da matéria orgânica, e bruno amarelada (10 YR 5/4, úmido); textura muito argilosa, estrutura fraca pequena a média granular, teve melhor agregação com estrutura em blocos angulares e subangulares aumentando indicativo de bem a moderadamente drenado (SILVA *et al.* 2001). Drenagem essa, condicionada pela posição topográfica. Quanto à consistência, é friável a muito friável, plástica e pegajosa com transição difusa a gradual para o horizonte B.

O horizonte B com espessura em torno de 100 cm, apresenta cores variando, em profundidade, de amarelo brunado (10 YR 6/6, úmido) a amarelo (10 YR 7/6, úmido) denotando muita drenagem; textura muito argilosa, estrutura fraca, pequena a média, blocos subangulares; consistência muito friável, plástica e pegajosa (ANEXO I).

EMBRAPA (1990) descreveu solos do município de Iranduba (AM) com características morfológicas similares.

### 9.1.2. Análise física

De acordo com os resultados da composição granulométrica observa-se o predomínio da fração argila, em relação aos teores de areia e silte (Quadro 1 e Figura 7).

O horizonte A mostra teores de argila variando de 771 a 774 g.kg<sup>-1</sup>, site de 63 a 101 g.kg<sup>-1</sup> e areia grossa 91 a 121 g.kg<sup>-1</sup> e areia fina 35 a 45 g.kg<sup>-1</sup>.

O horizonte B apresenta em profundidade, um decréscimo de argila de 750 a 744 g.kg<sup>-1</sup>, de areia grossa de 75 a 72 g.kg<sup>-1</sup>, areia fina um desprezível acréscimo de 28 a 29 g.kg<sup>-1</sup> e aumento de silte de 147 a 152 g.kg<sup>-1</sup>.

O acentuado teor de argila não altera a boa drenagem típica dessa classe de solo, quando sob floresta. SOMBROEK (1962) na rodovia Belém-Brasília, área Guamá-Imperatriz, BRASIL (1976) nos municípios de Barreirinha e Nhamundá, BRASIL (1978) nos municípios de Airão, Itapiranga e Manaus, BRASIL (1969<sup>a</sup>) na área Manaus-Itacoatiara, RANZANI (1980) na Estação Experimental do INPA, EMBRAPA (1990) no município de Iranduba, encontraram Latossolos amarelos, de textura muito argilosa com teores de argila a 60%, com características de drenagem similares às encontradas no Campus.

Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.kg <sup>-1</sup>			
A	0 – 7	121	45	63	771
AB	7 – 40	91	35	101	774
Bw <sub>1</sub>	40 – 60	75	28	147	750
Bw <sub>2</sub>	60 – 160+	72	29	152	747

Quadro 1 - Análise Física do Perfil CAM1

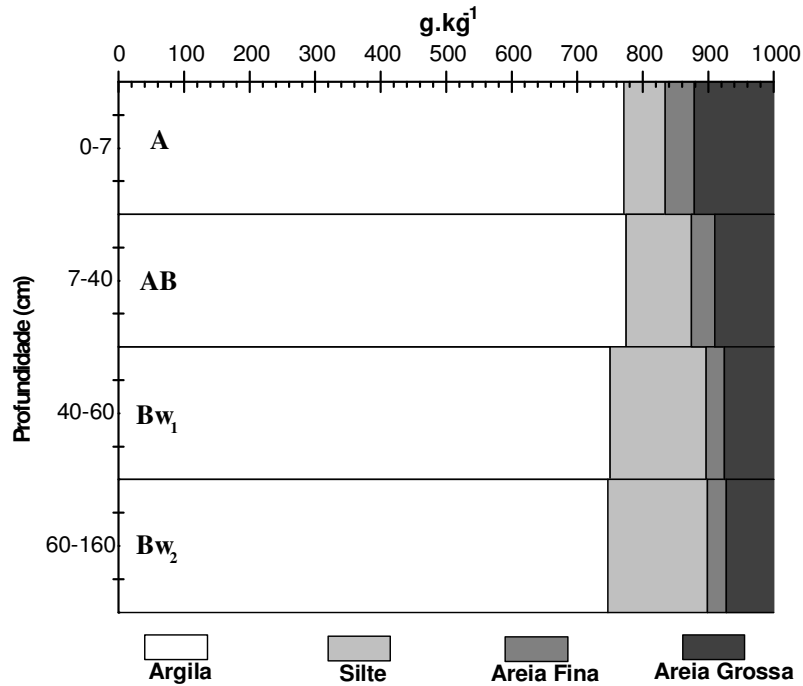


Figura 7 - Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM1.

### 9.1.3. Análise química

O solo é fortemente a extremamente ácido, com pH em KCl, variando de 3,4 a 3,8 no horizonte A (Quadro 2 e Figura 8), e de 3,9 a 4,0 no horizonte Bw o que pode ser relacionado com os altos teores de alumínio trocável, caracterizando solo álico, segundo MAFRA *et al.* (2001), fato este proveniente dos altos teores de alumínio trocável, que justificam a saturação de alumínio (77 a 92%), determinante do caráter álico, desse perfil.

Os valores da soma de bases (S) variam de 0,46 a 0,10 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup> ao longo do perfil sendo consequência dos baixos teores de cálcio, magnésio e potássio (figura 09). Podendo-se observar, ainda, uma relação inversa com o pH, contrariamente ao que é citado na literatura: a soma de bases eleva-se com o aumento do pH (PENA & LEITE, 1997). Todavia, os elevados teores de alumínio contribuem para tal relação. A saturação por bases (V) mostrou resultados muito baixos, de 6% para menor, porém evidenciando-se, o caráter distrófico do perfil.

A Capacidade de Troca Catiônica (T) apresentou valores baixos e decrescentes no perfil, dados esperados pela argila de atividade baixa, advinda dos constituintes, caulinita, óxidos de Fe e Al, além dos resultados da matéria orgânica (M.O.), respectivamente.

As altas concentrações de M.O. 33 a 56 g.kg<sup>-1</sup>, ocorreram nos horizontes superficiais; com brusco decréscimo em profundidade. Fatos aqueles, compatíveis com a cobertura vegetal da área, denotando maior atividade biológica em tais horizontes.



Resultados semelhantes para Latossolo Amarelo, foram obtidos por EMBRAPA (1975) e EMBRAPA (1990).

Os valores baixos (T) significam dados de argila de atividade baixa resultantes dos constituintes do material do solo caulinita óxidos de te e alumínio.

A relação  $K_i$  nos horizontes superficiais é inferior a 2,0 indicando o predomínio na fração argila de minerais do grupo da caulinita. Para OLIVEIRA *et al.* (1992), uma característica típica de Latossolos Amarelos são os índices de  $K_i$ , variando de 1,7 a 2,0, e quanto menor o  $K_i$  mais adiantado o estágio de intemperização dos constituintes minerais.

Segundo EMBRAPA (1999) o Latossolo Amarelo mostra caráter caulínico, com  $K_i$  1,7.

Valores da relação  $K_i < 0,75$ , têm-se relacionado com mineralogia gibbsítica, enquanto valores  $> 0,75$  são indicativos de mineralogia caulínica em Latossolos (PRADO, 1995).

Quanto menor forem os valores de  $K_i$ , maior será o estágio de intemperização dos constituintes minerais. O valor de  $K_i = 2,0$  corresponde à composição da caulinita e  $K_i = 2,2$  ao limite superior reconhecido para os Latossolos de constituição relativamente menos intemperizado.

A aplicação deste critério na distinção de solos é pertinente ao “SOLUM”, particular ao horizonte B.

Horizonte	Profundidade (cm)	pH		Complexo sortivo								
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	m
				Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								
A	0 – 7	4,1	3,4	0,10	0,105	-	0,250	2,40	9,81	12,42	1,7	92,1
AB	7 – 40	4,6	3,8	0,10	0,360	-	0,460	1,55	5,71	7,72	6,0	77,1
Bw <sub>1</sub>	40 – 60	4,9	3,9	0,10	0,013	-	0,113	1,05	3,57	4,733	2,4	90,3
Bw <sub>2</sub>	60 – 160 <sup>+</sup>	5,1	4,0	0,10	0,008	-	0,108	0,75	2,88	3,738	2,9	87,4

Horizonte	Profundidade (cm)	C. orgânico	M.O.	Complexo sortivo			Ki	Kr	P
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		g.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		
A	0 – 7	32,9	56,5	14,55	12,00	1,90	2,06	1,87	2,0
AB	7 – 40	19,2	33,1	9,24	8,60	3,80	1,83	1,42	2,0
Bw <sub>1</sub>	40 – 60	7,7	13,3	13,3	13,00	4,20	1,74	1,44	1,0
Bw <sub>2</sub>	60 – 160 <sup>+</sup>	3,9	6,7	12,96	12,60	4,00	1,75	1,45	1,0

Quadro 2 - Análise Química do Perfil CAM1

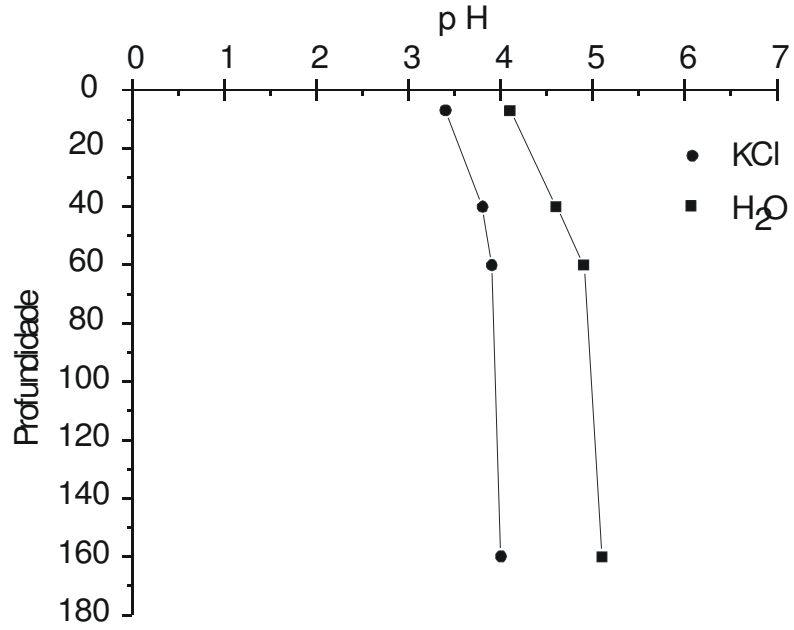


Figura 8 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM1

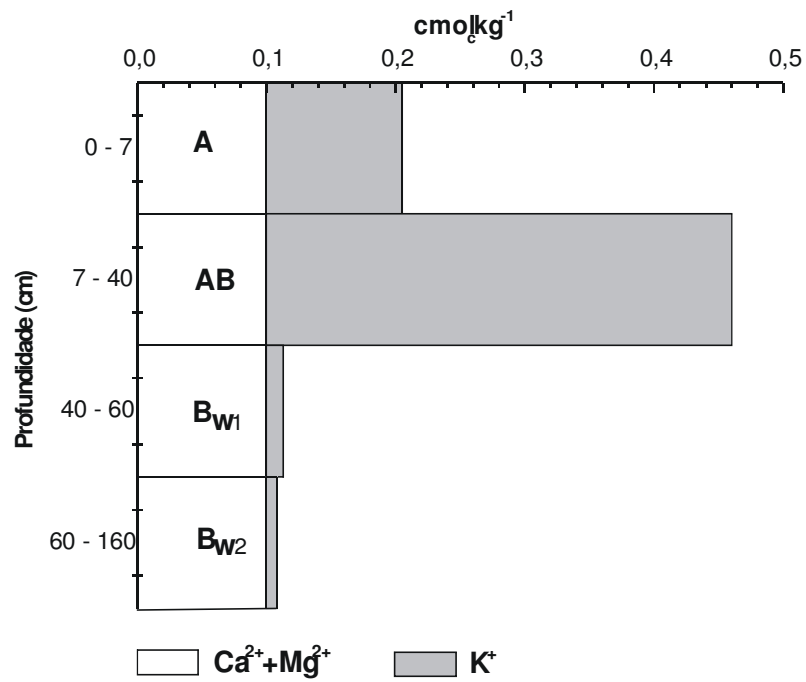


Figura 9 – Distribuição de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> em profundidade no perfil CAM1

#### 9.1.4. Análise mineralógica

A fração argila, sem tratamento prévio, submetida à difratometria de raios-x, foi identificada pelo predomínio de caulinita bem cristalizada. No horizonte A o grau de cristalinidade 74,75%, enquanto no horizonte Bw<sub>1</sub>, 73,18%. A caulinita revela-se pela forte reflexão a 0,72 nm e outra de ordem inferior 0,44 nm. Mostra ainda, picos de menor expressão de goethita (Figura 10).

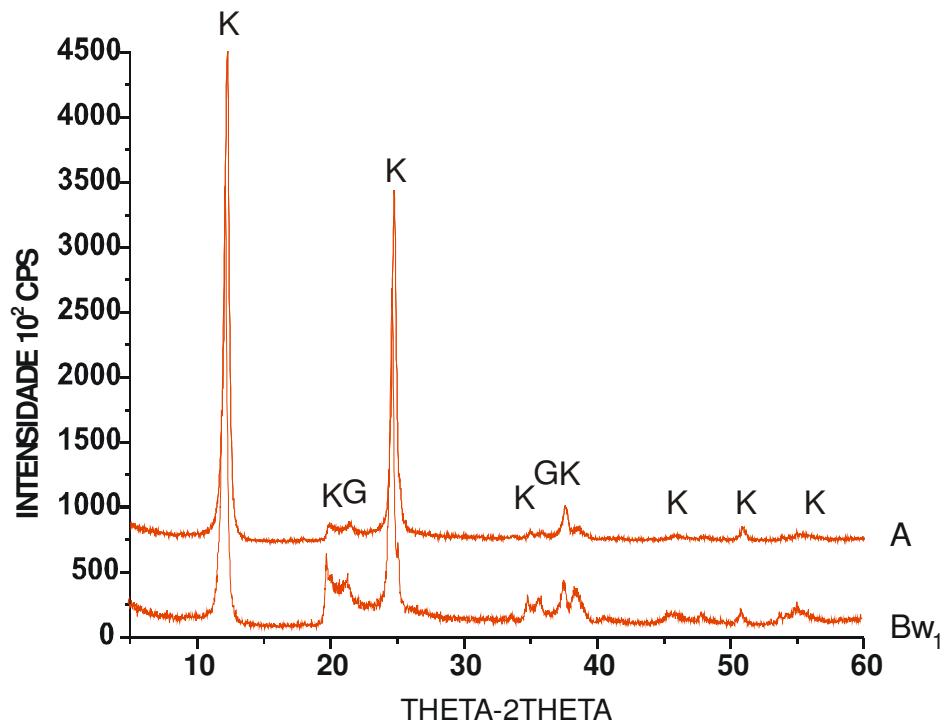


Figura 10 – Difratograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM1, horizontes A e B. K: caulinita; G: goethita.

## 9.2. PERFIL CAM2

Está situado em geral nas vertentes, entre 65 e 45 m, sempre associados à Latossolos Amarelos (Figura 11).



Figura 11 – Argissolo Amarelo Tb Distrófico( Foto J. Alecrim)

### 9.2.1. Análise morfológica

Mostra horizonte A na faixa de 13 a 14 cm de espessura e coloração que varia de bruno acizentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido) a bruno (10 YR 5/3, úmido) com nítida influência da M.O. e, apresenta textura entre franco-arenosa a franco-argilo-arenosa. A estrutura revela-se fraca pequenas a médios blocos subangulares, o que indica boa drenagem. A consistência varia de muito friável a friável, plástica a não plástica e pegajosa a não pegajosa, quando o solo estiver molhado; a transição é gradual para o horizonte B.

O horizonte B apresenta espessura média superior a 90 cm, e cores variando do bruno amarelado (10 YR 5/4, úmido) ao amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8, úmido), textura franco-argilo-arenosa; estrutura fraca, pequena a média em blocos subangulares. Quanto à consistência, é friável, plástico com predomínio de ligeiramente pegajoso (ANEXO I).

No município de Iranduba, EMBRAPA (1990) descreveu solos com características morfológicas similares.

### 9.2.2. Análise física

Em relação à granulometria, os teores da fração areia superam aos de argila (Quadro 3 e Figura 12).

Nos horizontes superficiais ocorrem variações de 149 a 419  $\text{g.kg}^{-1}$  de argila, 29 a 86  $\text{g.kg}^{-1}$  de silte e 72 a 138  $\text{g.kg}^{-1}$  de areia fina e 368 a 739  $\text{g.kg}^{-1}$  de areia a grossa.

Nos horizontes de subsuperfície aparecem variações de 237 a 512  $\text{g.kg}^{-1}$  de argila, 43 a 77  $\text{g.kg}^{-1}$  de silte, 63 a 168 de areia fina e 305 a 625  $\text{g.kg}^{-1}$  de areia grossa. Esses dados definem a textura média, característica dos Argissolos estudados.

Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		$\text{g.kg}^{-1}$			
A	0 – 13	739	72	40	149
AB	13 – 58	647	77	29	247
BA	58 – 76	611	83	69	237
Bt <sub>1</sub>	76 – 96	625	63	43	269
Bt <sub>2</sub>	96 – 180+	499	168	43	291

Quadro 3 - Análise Física do Perfil CAM2

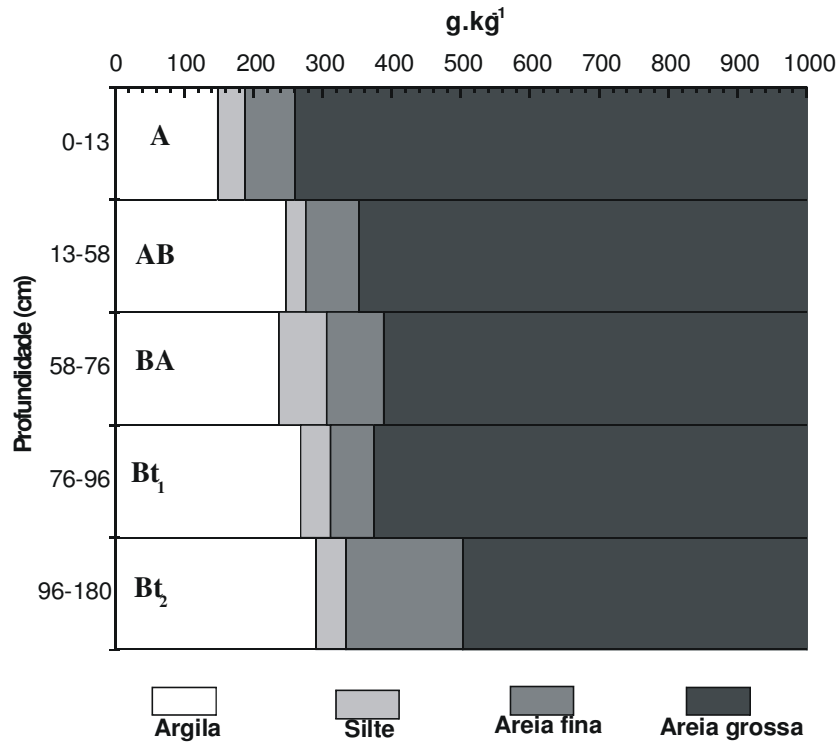


Figura 12 - Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM2

### 9.2.3. Análise Química

São solos fortemente ácidos com aumento de pH com a profundidade e variando de 3,3 a 4,2 em KCl no horizonte A cerca de 4,0 nos horizontes B (Quadro 4 e 13). Os valores de alumínio trocável superiores a  $0,30 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$  e segundo BARROS (1998) denota toxidez para a maioria das plantas cultivadas. A elevada saturação com alumínio varia de 73,9 a 91,5% indicando o caráter álico desses solos. Enquanto os baixos, registros da soma de bases (Figura 14) e saturação de bases, respectivamente  $< 0,2 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$  e,  $< 7,5\%$  determinam a característica de distrófico para essa classe de solo. OLIVEIRA *et al.* (1992) citaram que os solos argilosos, em geral, são álicos e distróficos. Os valores de T, no horizonte A variam de baixos a moderados ( $5$  a  $6 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ), enquanto no horizonte B são baixos ( $3,7$  a  $1,7 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) e decrescentes em profundidades. O intenso escurecimento superficial reflete os altos teores de matéria orgânica, que torna o solo mais friável.

Horizonte	Profundidade (cm)	Ph		Complexo sortivo								
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	m
				Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								
A	0 – 13	4,5	3,3	0,10	0,041	-	0,141	1,20	5,40	6,741	2,1	89,5
AB	13 – 58	4,8	4,0	0,10	0,020	-	0,120	1,00	3,95	5,07	2,4	89,3
BA	58 – 76	5,0	4,0	0,10	0,013	-	0,113	0,70	2,93	3,743	3,0	86,1
Bt <sub>1</sub>	76 – 96	5,0	4,1	0,10	0,008	-	0,108	0,55	2,09	2,748	3,9	83,6
Bt <sub>2</sub>	96 – 180 <sup>+</sup>	5,1	4,1	0,10	0,006	-	0,106	0,30	1,35	1,756	6,0	73,9

Horizonte	Profundidade (cm)	C. orgânico	M.O.	Complexo sortivo			Ki	Kr	P
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		g.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		
A	0 – 13	20,7	35,7	5,86	4,60	0,70	2,17	1,97	1,0
AB	13 – 58	14,1	24,3	10,84	9,40	1,00	1,96	1,83	1,0
BA	58 – 76	7,8	13,4	9,89	8,60	1,50	1,96	1,75	1,0
Bt <sub>1</sub>	76 – 96	3,9	6,7	16,61	12,00	1,80	2,35	2,14	1,0
Bt <sub>2</sub>	96 – 180 <sup>+</sup>	3,5	6,9	12,22	10,00	1,40	2,08	1,90	1,0

Quadro 4 - Análise Química do Perfil CAM2



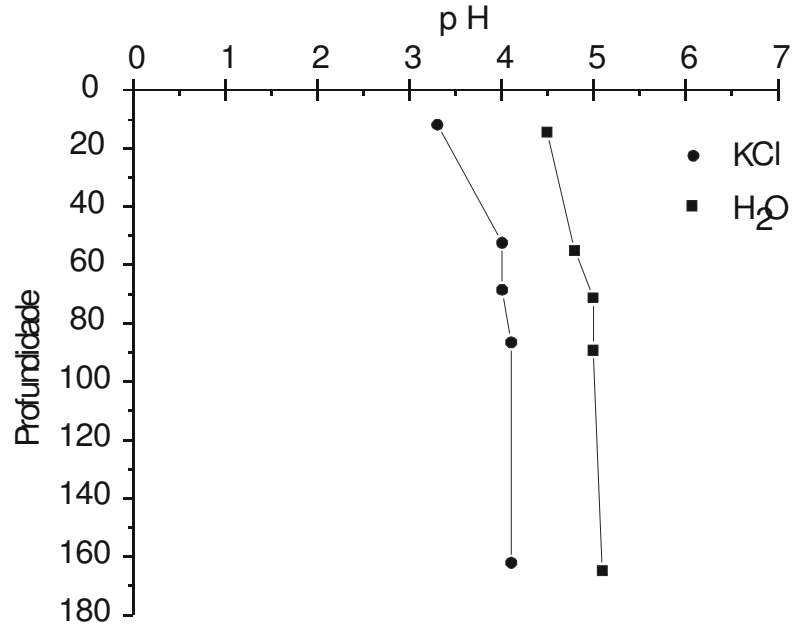


Figura 13 - Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM2

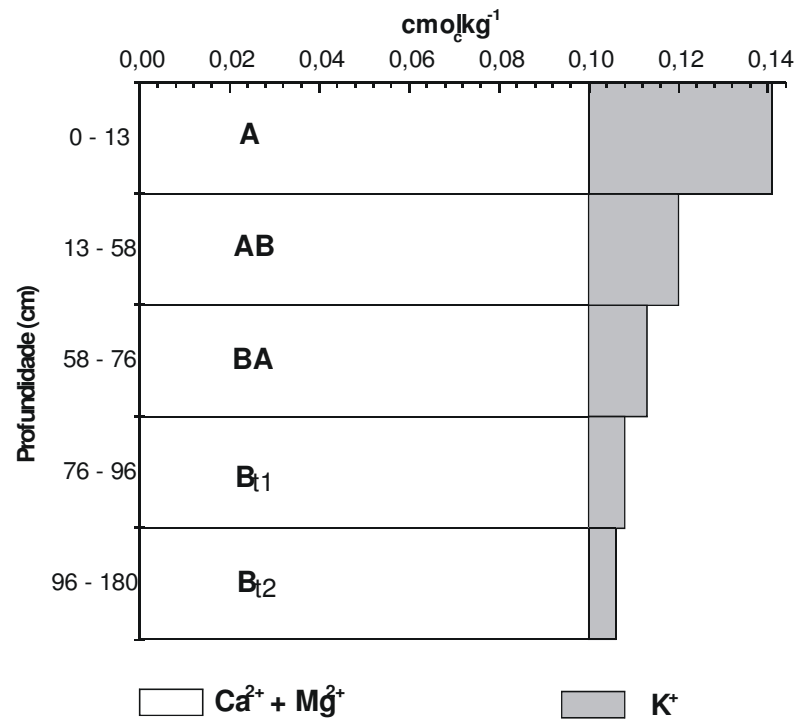


Figura 14 – Distribuição de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> em profundidade no perfil CAM2

#### 9.2.4. Análise Mineralógica

A fração argila, sem tratamento prévio, submetida à difratometria de raios-x, foi identificada pelo predomínio de caulinita bem cristalizada. No horizonte A o grau de cristalinidade atinge 79,09%, enquanto no horizonte Bt<sub>1</sub>, 82,62%. A caulinita revela-se pela forte reflexão a 0,72 nm e outra de ordem inferior 0,44 nm (Figura 15)

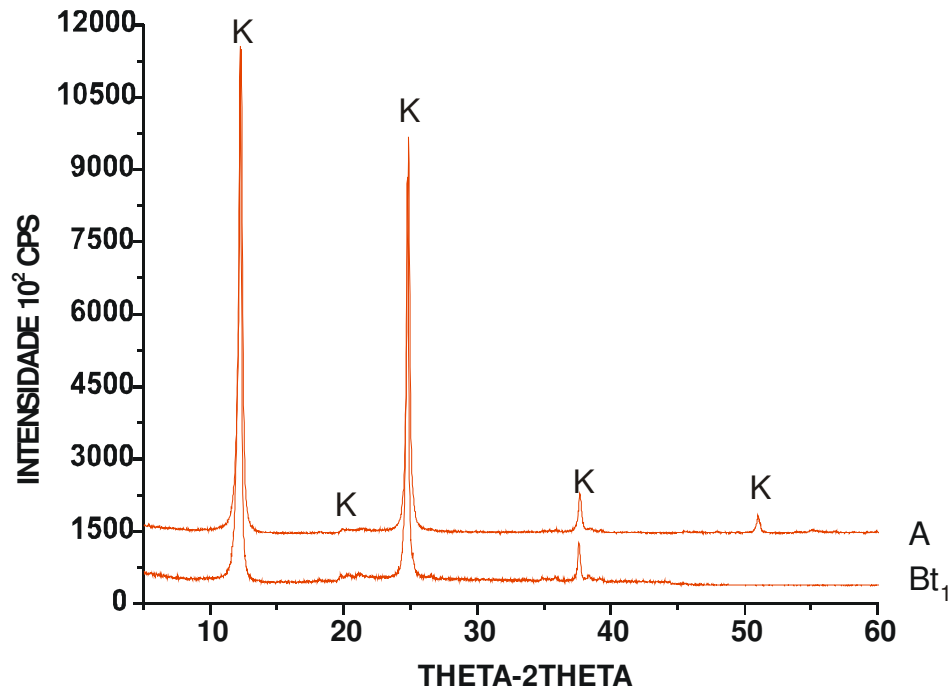


Figura 15 – Difratograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM2, horizontes A e B. K: caulinita

### 9.3. PERFIL CAM 3

Este tipo de solo abrange as cotas mais baixas, na faixa de 40m, na área aluvial, próxima de um igarapé (Figura 16).



Figura 16 - Neossolo Flúvico Gleico (Foto: J. Alecrim)

#### 9.3.1. Análise morfológica

Expõe camada A com 80 cm de espessura, cores bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido) escuro (7,5 YR 3/2, úmido), influência dominante da matéria orgânica depositada pelo fluxo coluvial. A textura entre arenosa e média (< 35% de argila e mais de 15% de areia); a estrutura varia de granular a blocos angulares e subangulares. Quanto a consistência, é solta a muito friável, não plástica e não pegajosa a ligeiramente pegajosa; transição abrupta para a camada Cg. Esta com espessura em torno de 55 cm, apresenta cores bruno (7,5 YR 5/2, úmido) a bruno claro acinzentado (10 YR 6/3, úmido), indicando gleização. Textura arenosa a média; estrutura, em blocos angulares e subangulares. A consistência é muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (ANEXO I).

### 9.3.2. Análise física

De acordo com os resultados apresentados, é observado elevado teor da fração grossa em relação à silte e argila (Quadro 5). Há um predomínio das frações grossas em todas as camadas. Os teores da fração argila variam de 85 a 155 g.kg<sup>-1</sup>, aumentando em profundidade. Os valores de silte são muito baixos, de 82 a 4 g.kg<sup>-1</sup>, decrescendo nas camadas subjacentes.

Nas camadas superficiais (A e Ac) a dominância da fração areia indica a presença de minerais residuais e resistentes ao processo de alteração pedogenética, como o quartzo.

Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.kg <sup>-1</sup>			
A	0 – 18	651	182	82	85
AC	18 – 80	576	205	73	146
Cg <sub>1</sub>	80 – 97	633	208	4	155
Cg <sub>2</sub>	97 – 135+	627	224	14	135

Quadro 5 - Análise Física do Perfil CAM3

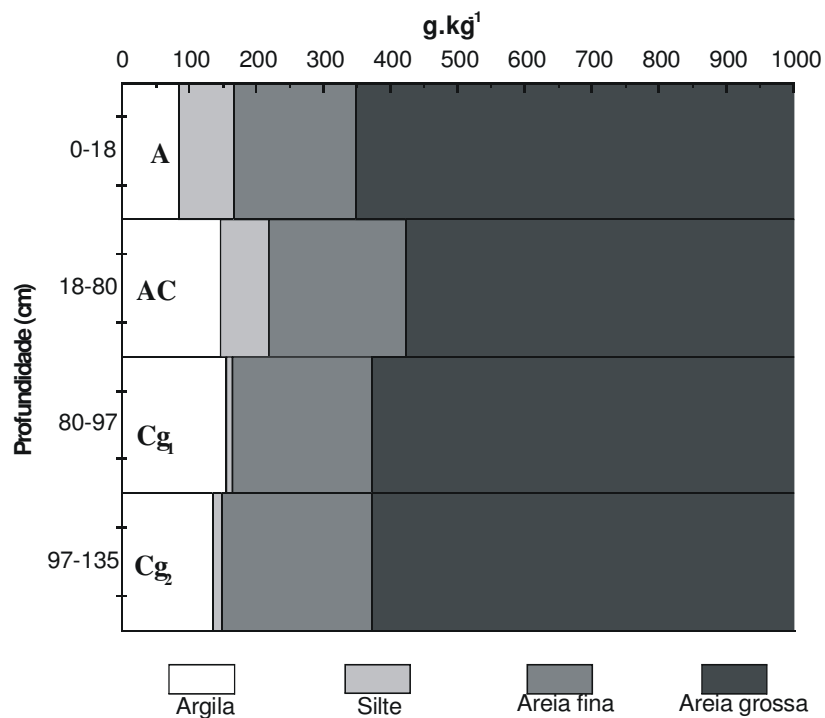


Figura 17 - Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM3

### 9.3.3. Análise química

O solo apresenta reação moderadamente ácida segundo EMBRAPA (1999). O pH em KCl varia com a profundidade na camada A entre 4,12 a 4,44, e nas camadas Cg 4,5 (Quadro 6).

Os valores de alumínio trocáveis são muito baixo, de 0,15 a 0,20  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ , apenas na camada A, têm conduzido à saturação de alumínio menor que 50%, indicando caráter distrófico.

A soma de bases (S) é baixa e decresce ao longo do perfil de (0,11 a 0,76  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ), decorrente dos baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  (Figura 19). A saturação de bases variando de 29,03 a 49,77%, caracteriza o caráter distrófico dessa classe de solo. Os valores de capacidade de troca (T) são muito baixos, variam de 1,0 a 1,5  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$  na camada A, enquanto na camada Cg os dados situam-se abaixo de 1  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ , denotando argila de atividade baixa. As quantidades de matéria orgânica variam de 20,40  $\text{g.kg}^{-1}$  a 22,90, na camada superficial, decrescendo bruscamente em profundidade. Tal condição é atribuída à hidromorfia acentuada.

A relação Ki na camada subsuperficial variou de 1,58 a 1,68, denotando o predomínio, na fração argila, de minerais do grupo da caulinita (OLIVEIRA *et al*, 1992), além do grau de intemperização (Quadro 6).

Horizonte	Profundidade (cm)	pH		Complexo sortivo								
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	m
				Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								
A	0 – 18	5,30	4,12	0,11	0,053	-	0,763	0,20	0,57	1,533	49,77	21
AC	18 – 80	5,59	4,44	0,21	0,105	-	0,315	0,15	0,62	1,085	29,03	32
Ag <sub>1</sub>	80 – 97	5,84	4,46	0,15	0,038	-	0,188	0,00	0,53	0,718	26,18	-
Ag <sub>2</sub>	97 – 135 <sup>+</sup>	5,58	4,54	0,08	0,038	-	0,188	0,00	0,53	0,648	18,20	-

Horizonte	Profundidade (cm)	C. orgânico	M.O.	Complexo sortivo			Ki	Kr	P
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>			
A	0 – 18	13,287	22,90	1,42	7,14	1,19	1,58	1,00	91,20
AC	18 – 80	11,810	20,40	8,14	7,65	1,79	1,68	1,51	5,64
Ag <sub>1</sub>	80 – 97	2,657	4,60	8,15	9,69	2,38	1,28	1,01	2,94
Ag <sub>2</sub>	97 – 135 <sup>+</sup>	2,214	3,80	8,15	9,70	2,39	1,43	1,23	1,18

Quadro 6 - Análise Química do Perfil CAM3

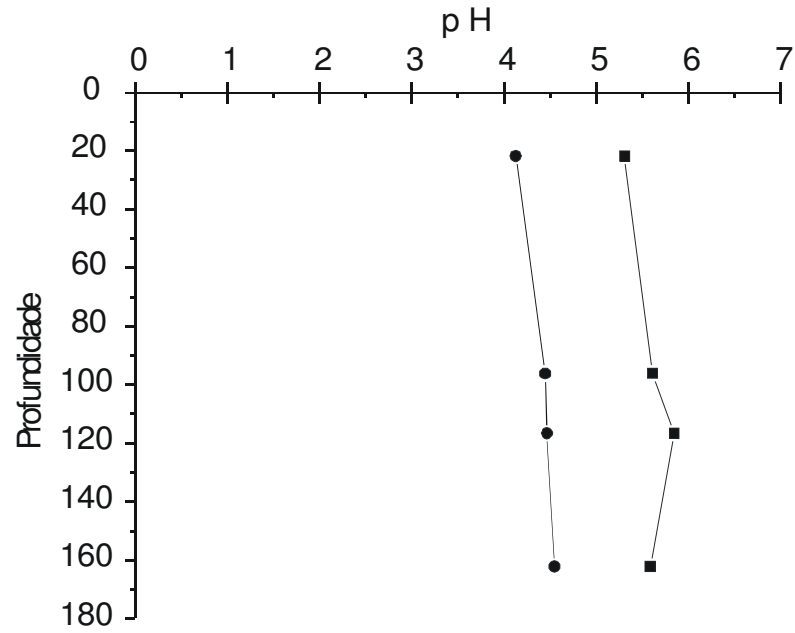


Figura 18 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM3

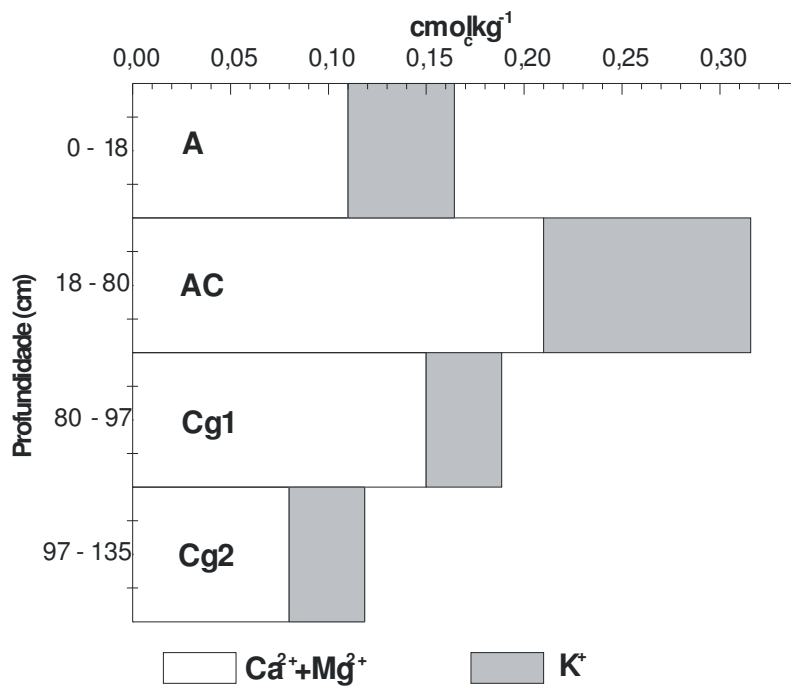


Figura 19 – Distribuição de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> em profundidade no perfil CAM3

#### 9.3.4. Análise mineralógica

A fração argila, sem tratamento prévio, submetida à difratometria de raios-x, foi identificada pelo predomínio de caulinita bem cristalizada. No horizonte A o grau de cristalinidade atinge 79,09%, enquanto no horizonte A o grau de cristalinidade atinge 86,41%, enquanto no horizonte CG1, 86,13%. A caulinita revela-se pela forte reflexão a 0,72mm e outra de ordem inferior 0,44mm (figura 20)

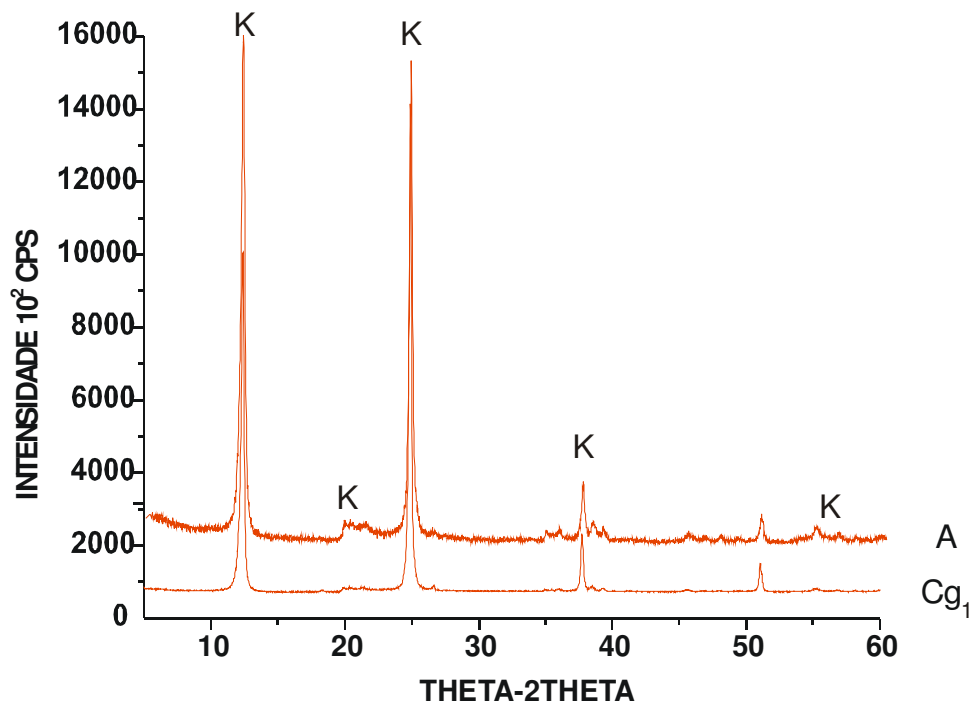


Figura 20 - Difratograma de raio – x da fração argila, sem tratamento do perfil CAM3, horizontes A e B. K: caulinita



#### 9.4. PERFIL CAM4

Está situado nas vertentes entre 55 e 60 m de cota (Figura 21).



Figura 21 - Argissolo, Amarelo Tb Distrófico (Foto: Girão)

##### 9.4.1. Análise morfológica

O horizonte A de 55 cm de espessura mostra cores variando de bruno acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmido) a bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido), evidenciando forte influência da matéria orgânica; textura areia a franco-argilo-arenoso, estrutura de grãos simples a fraca pequena, tendo melhor agregação com estrutura em blocos angulares a subangulares, indicativo de bem a moderadamente drenado, segundo SILVA *et al.* (2001). Quanto à consistência é solta a friável, não plástica e não pegajosa a, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual para o horizonte B.

O horizonte B, com 95 cm de espessura, apresenta cores variando de bruno acinzentado (10 YR 5/3, úmido) a bruno muito claro acinzentado (10 YR 6/4, úmido), denotando boa drenagem. Textura franco-argilo-arenosa; estrutura fraca em médios blocos subangulares, confirmando as condições de drenagem supra citadas. A consistência é friável, predominando o plástica e ligeiramente pegajosa; entre os diferentes horizontes B, a transição é difusa (ANEXO I).

#### 9.4.2. Análise física

De acordo com os resultados, pode-se observar o predomínio da fração areia em relação aos teores de argila e silte (Quadro 7 e Figura 22).

Nos horizontes superficiais ocorrem variações de 313 a 419  $\text{g.kg}^{-1}$  de argila, 129 a 138  $\text{g.kg}^{-1}$  de areia fina e 368 a 463  $\text{g.kg}^{-1}$  de areia grossa; os valores de silte quase constantes, cerca de 85  $\text{g.kg}^{-1}$ .

Nos horizontes de subsuperfície, os valores de argila e silte aumentam em profundidade, variam de 495 a 512  $\text{g.kg}^{-1}$  e 61 a 77  $\text{g.kg}^{-1}$ , respectivamente. As demais frações decrescem variando de 305 a 324  $\text{g.kg}^{-1}$  (areia grossa) e de 106 a 117  $\text{g.kg}^{-1}$  (areia fina), evidenciando o processo natural de translocação. Dados estes, definem a textura média, característica dos Argissolos da área em estudo.

Horizonte	Profundidade (cm)	Granuometria			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		$\text{g.kg}^{-1}$			
A	0 – 14	463	138	86	313
AB	14 – 58	368	129	85	419
BA	58 – 77	324	117	61	498
Bt <sub>1</sub>	77 – 103	318	111	68	503
Bt <sub>2</sub>	103 – 153+	305	106	77	512

Quadro 7 - Análise Física do Perfil CAM4

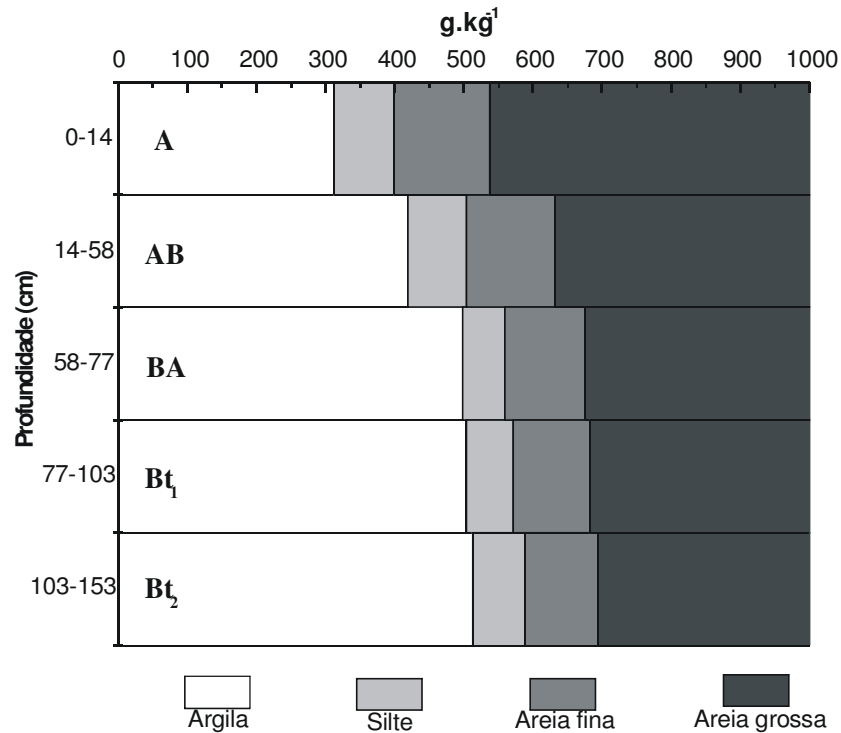


Figura 22–Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM4

#### 9.4.3. Análises químicas

Os resultados da caracterização química são apresentados no Quadro 8. São solos fortemente ácidos, com aumento do pH em profundidade (Figura 23). Em KCl, varia de 3,6 a 4,2 no horizonte A, permanecendo constante no Bt (4,0). Fato atribuído aos elevados teores de alumínio trocável, que justificam a saturação de alumínio (82 a 91,5%), determinante do caráter álico desse perfil. Enquanto os baixos registros da soma de bases (Figura 24) e saturação de bases (V), respectivamente  $< 0,2 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$  e  $< 7,5\%$  determinam o caráter distrófico para essa classe. A capacidade de troca catiônica (T) do solo apresentou valores decrescentes no perfil, de acordo com os resultados de matéria orgânica quando as mais altas concentrações atingiram, em média,  $28 \text{ g.kg}^{-1}$ , nos horizontes superficiais, e brusco decréscimo na seqüência. A relação  $K_i$ , em torno de 2 significa solo muito intemperizado, com caráter caulínítico (EMBRAPA, 1990).

Horizonte	Profundidade (cm)	pH		Complexo sortivo								
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	m
				Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								
A	0 – 14	4,5	3,6	0,15	0,028	-	0,178	0,80	4,15	5,128	3,5	81,8
AB	14 – 58	4,9	4,2	0,10	0,013	-	0,113	0,70	5,24	6,053	1,9	86,1
BA	58 – 77	5,0	4,1	0,10	0,006	-	0,106	0,50	2,14	2,746	3,9	82,5
At <sub>1</sub>	77 – 103	4,8	4,0	0,10	0,008	-	0,108	0,60	1,71	2,418	4,5	84,7
At <sub>2</sub>	103 – 153 <sup>+</sup>	4,9	4,0	0,05	0,006	-	0,056	0,60	1,38	2,036	2,8	91,5

Horizonte	Profundidade (cm)	C. orgânico	M.O.	Complexo sortivo			Ki	Kr	P
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	
A	0 – 14	16,00	27,60	4,14	3,40	0,40	2,07	1,92	1,0
AB	14 – 58	17,20	29,60	9,24	7,40	0,80	2,12	1,98	1,0
BA	58 – 77	6,30	10,90	9,24	8,20	0,90	1,92	1,79	1,0
At <sub>1</sub>	77 – 103	3,90	6,70	9,54	8,00	0,70	2,03	1,92	1,0
At <sub>2</sub>	103 – 153 <sup>+</sup>	1,90	3,30	10,79	10,20	1,10	1,80	1,68	1,0

Quadro 8 - Análise Química do Perfil CAM4

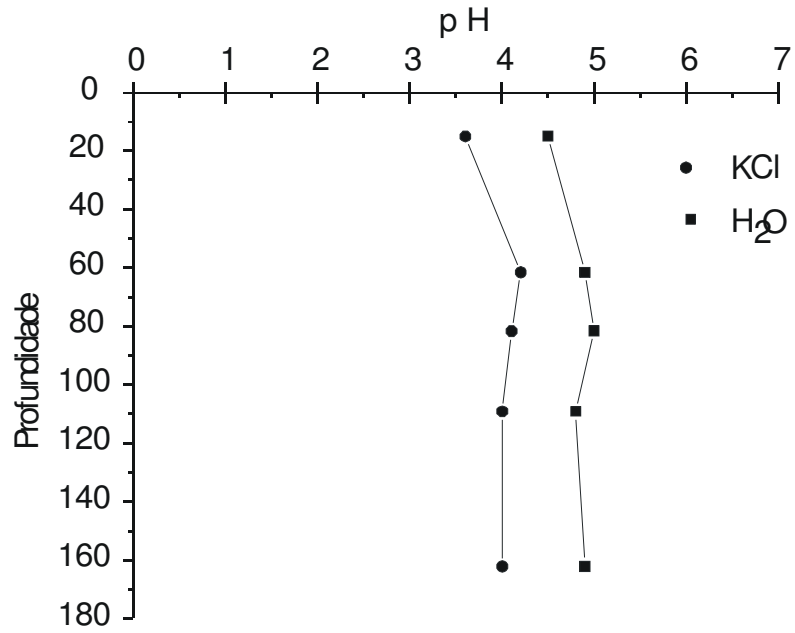


Figura 23 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM4

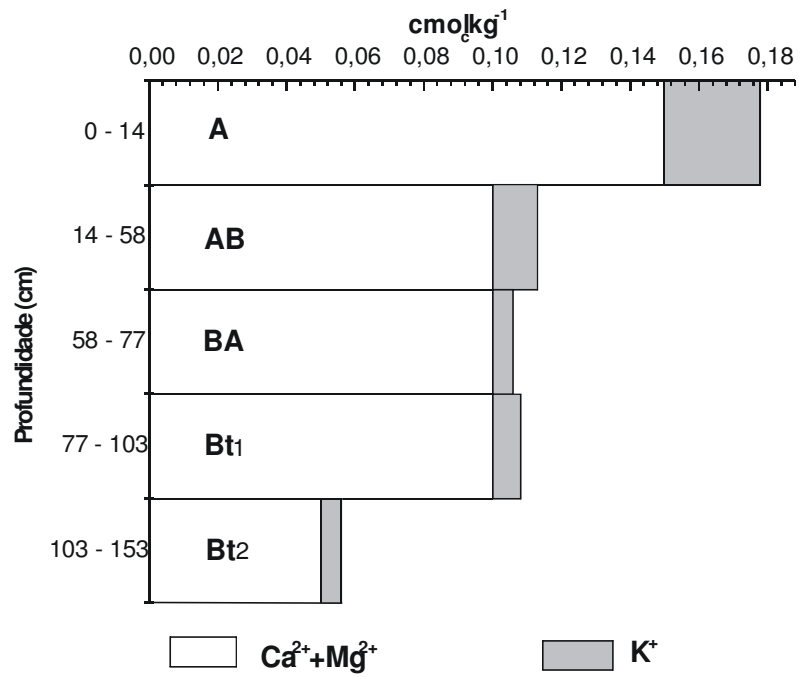


Figura 24 - Distribuição de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> em profundidade no perfil CAM4

#### 9.4.4. Análise mineralógica

A fração argila, sem tratamento prévio submetida à difratometria de raios-x, foi identificada pelo predomínio de caulinita bem cristalizada. No horizonte A o grau de cristalinidade atingiu 76,69%, enquanto no horizonte Bt<sub>1</sub>, 73,61. A caulinita revela-se pela forte reflexão a 0,72 nm e outra de ordem inferior 0,44 nm (Figura 25)

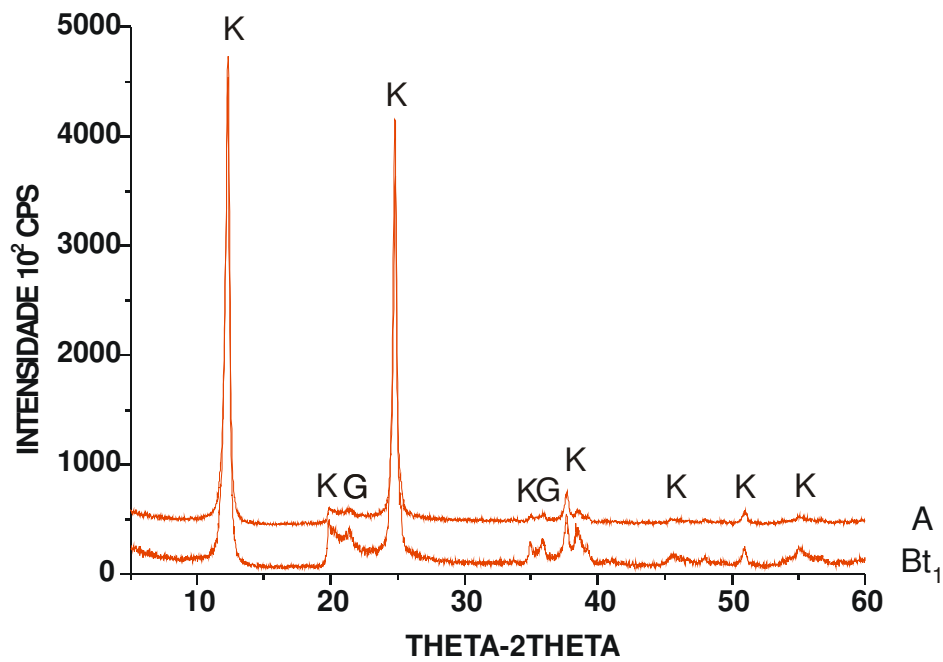


Figura 25– Difratograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM4, horizontes A e B. K: caulinita; G:goethita

## 9.5. PERFIL CAM5

Tais solos ocorrem nas cotas mais baixas, na seqüência de um Argissolo Amarelo (Figura 26).



Figura 26: Cambissolo Háptico Tb Distrófico (Foto: Girão)

### 9.5.1. Análise morfológica

Mostra horizonte A com espessura de 43 cm sendo um Ap de 13 cm. Este com coloração bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido) devido à evidente influência da matéria orgânica; textura predominante areia; estrutura fraca pequena a muito pequena granular, e pequenos blocos subangulares. Quanto à consistência, é macio a ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. Transição abrupta para o horizonte subsuperficial.

O horizonte B com espessura de 107 cm, apresenta cores variando de bruno escuro (10 YR 3/3, úmido) a bruno amarelado (10 YR 5/4, úmido), indicando boa drenagem. Textura arenosa a média, estrutura em blocos subangulares. A consistência varia de muito friável a friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (ANEXO I).

### 9.5.2. Análise física

Os resultados ressaltam a grande diferença entre os dados de areia, silte e argila no (Quadro 9 e Figura 27). A fração argila varia de 132 a 272  $\text{g.kg}^{-1}$ , de forma irregular, ao longo do perfil. Os valores de silte são muito baixos, de 33 a 22  $\text{g.kg}^{-1}$ , diminuindo em profundidade, enquanto ocorre predomínio da fração areia nos horizontes superficiais.

Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		$\text{g.kg}^{-1}$			
Ap	0 – 13	617	219	33	132
AB	13 – 43	544	198	30	228
BA	43 – 78	551	200	27	222
Bi	78 – 150+	495	211	22	272

Quadro 9 - Análise Física do Perfil CAM5

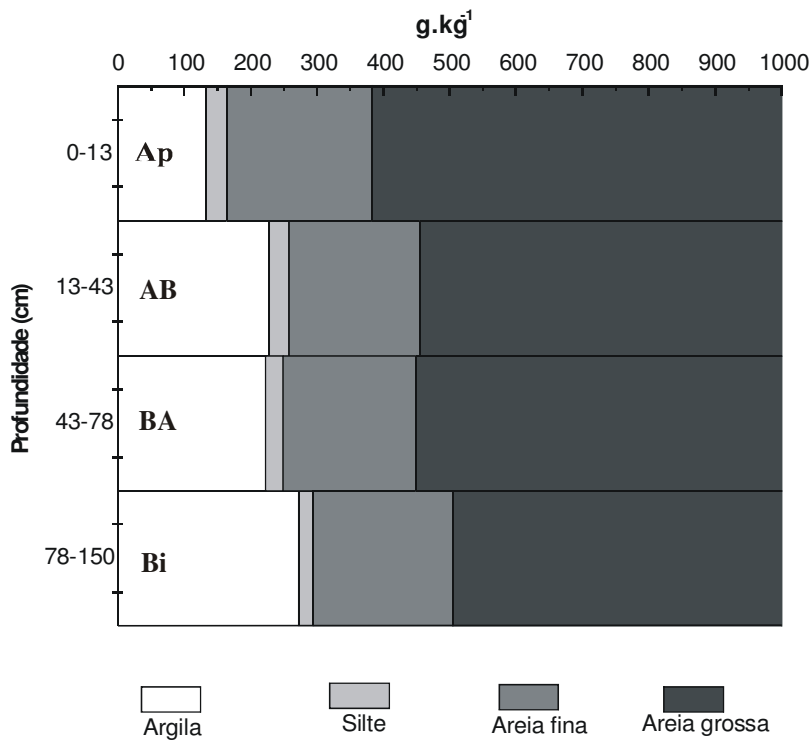


Figura 27 – Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM5



### 9.5.3. Análise química

No Quadro 10 e Figura 28, encontram-se os valores de pH em H<sub>2</sub>O e KCl. A reação do solo de acordo com a profundidade é fortemente ácida, segundo EMBRAPA (1999).

Os índices de pH variam de 3,83 a 4,07, em KCl no horizonte A, tendendo a decréscimo no horizonte Bi (4,02).

Os valores de alumínio trocável são baixos, variando de 0,40 a 0,90 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>, conduzindo à saturação por alumínio maior que 50%, denotando caráter álico.

A soma de bases (S) é muito baixa e decrescente em profundidade (de 0,90 a 0,11) cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>), conseqüente dos baixos teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> (Figura 29). A saturação de bases (V), variando de 9,09 a 11,28%, caracteriza o caráter distrófico dessa classe de solo. Os valores de capacidade de troca (T) são muito baixos, variam de 1,48 a 1,95 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, enquanto no horizonte câmbico registra-se abaixo de 1cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>, indicando argila de atividade baixa (Tb).

As quantidades de matéria orgânica variam de 22,90 a 40,70 g.kg<sup>-1</sup>, no horizonte A, com acentuado decréscimo ao longo do perfil, com o Bi muito úmido.

A relação Ki na camada subsuperficial variou de 1,80 a 1,81, denotando o predomínio na fração argila, de minerais do grupo da caulinita (OLIVEIRA *et al*, 1992), além do grau de intemperização (Quadro 11).

JACOMINE *et al*, (1995) encontraram Cambissolos no Estado de Mato Grosso com características similares às encontradas no Campus da UFAM.

Horizonte	Profundidade (cm)	pH		Complexo sortivo								
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	m
				Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								
Ap	0 – 13	4,8	3,83	0,14	0,087	-	0,22	0,90	0,83	1,95	11,28	80
AB	13 – 43	4,92	4,07	0,10	0,043	-	0,14	0,70	0,64	1,48	9,45	83
BA	43 – 78	4,85	4,09	0,08	0,033	-	0,11	0,40	0,70	1,21	9,09	78
Bi	78 – 150 <sup>+</sup>	4,52	4,02	0,05	0,048	-	0,09	0,50	0,32	0,91	9,89	85

Horizonte	Profundidade (cm)	C. orgânico	M.O.	Complexo sortivo			Ki	Kr	P
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		g.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		
Ap	0 – 13	23,621	40,70	3,60	2,50	0,31	1,80	1,48	5,00
AB	13 – 43	13,287	22,70	5,70	4,30	0,29	1,81	1,49	1,92
BA	43 – 78	5,315	9,20	5,70	4,50	0,30	1,83	1,53	0,82
Bi	78 – 150 <sup>+</sup>	2,214	3,80	6,30	5,30	0,31	1,59	1,26	0,39

Quadro 10 - Análise Química do Perfil CAM5

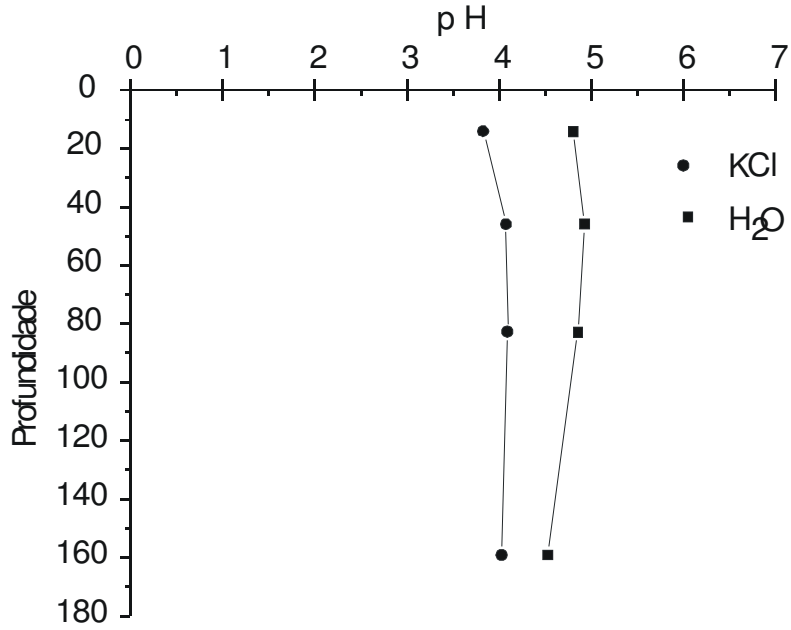


Figura 28 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM5

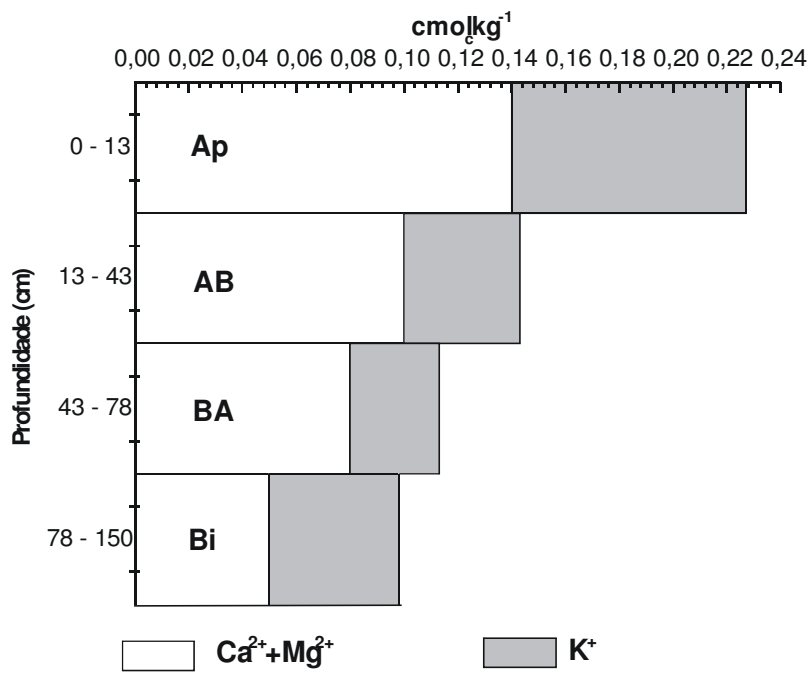


Figura 29 – Distribuição de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> em profundidade no perfil CAM5

#### 9.5.4. Análise mineralógica

A fração argila, sem tratamento prévio submetida à difratometria de raios-x, foi identificada pelo predomínio de caulinita bem cristalizada. No horizonte Ap o grau de cristalinidade alcançou 78,30%, enquanto no horizonte Bi, 79,08%. A caulinita revela-se pela forte reflexão a 0,72 nm e outra de ordem inferior 0,44 nm (Figura 30)

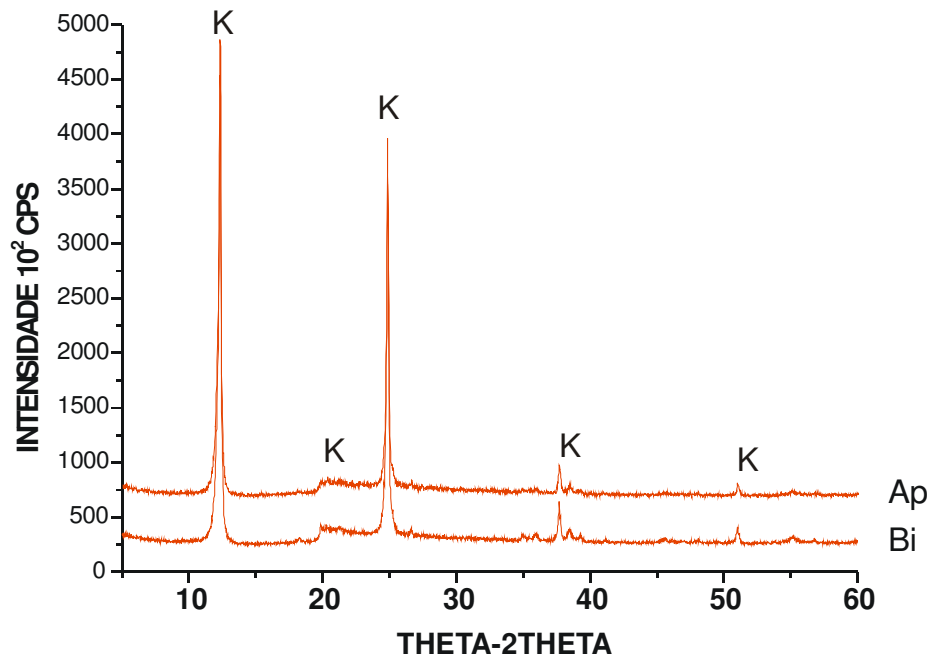


Figura 30– Difratograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM5, horizontes A e B. K: caulinita.

## 9.6. PERFIL CAM 6

De forma geral, esses solos (Figura 31) são de pequena representatividade na área do Campus, segundo BARROS (1998).

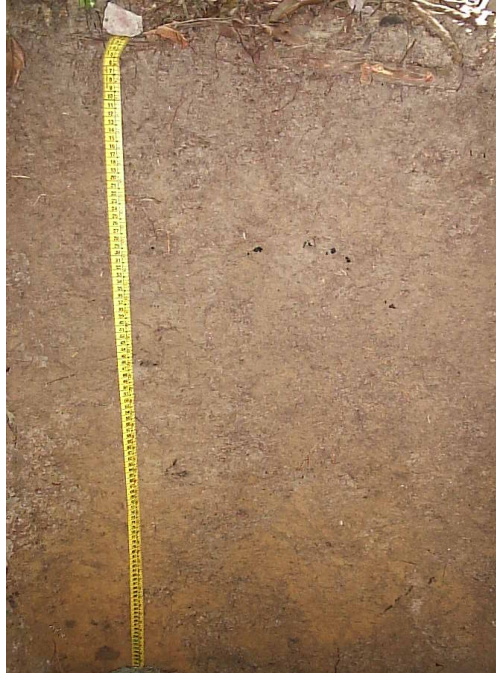


Figura 31- Neossolo Quartzarênico Distrófico (Foto: Girão)

### 9.6.1. Análise morfológica

Solo mineral profundo, porém pouco evoluído, de perfil A-C. Horizontes A fraco, de coloração (10 YR 4/3, úmido) bruno a bruno escuro, atribuído à matéria orgânica de 40 cm de espessura, textura arenosa, sem estrutura, grãos simples soltos, não plástico e não pegajoso. O horizonte C de cor brunada (10 YR 5/3, úmido) apresenta espessura maior que 150 cm com textura arenosa, sem estrutura e consistência não plástica e não pegajosa. JACOMINE *et al.* (1995) descreveram solos com tais características (ANEXO I).

### 9.6.2. Análise física

A distribuição granulométrica mostra um padrão regular no horizontal C, quando predominam as frações areia fina, silte e argila (Quadro 11 e Figura 32). A dominância da

fração areia em superfície indica a presença de minerais residuais e resistentes ao processo de alteração pedogenética, como o quartzo (MIRANDA *et al.* 1999).

Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.kg <sup>-1</sup>			
A	0 – 40	634	176	53	136
C	40 – 200+	618	181	56	145

Quadro 11 - Análise Física do Perfil CAM6

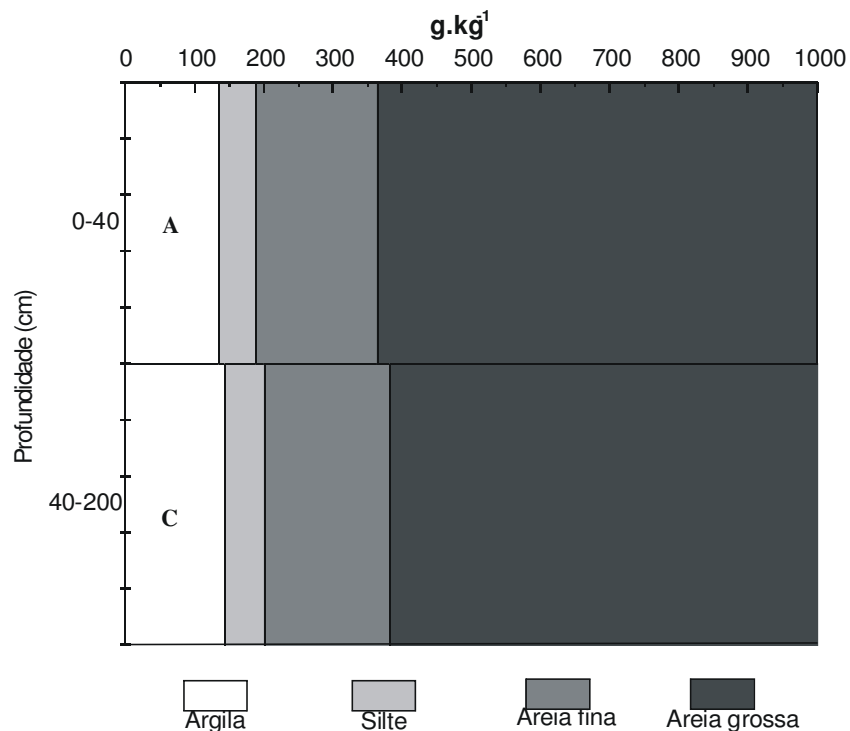


Figura 32 – Distribuição granulométrica em profundidade do perfil CAM6

### 9.6.3. Análise química

O solo apresenta reação ácida, com os valores de pH em H<sub>2</sub>O sempre maiores que os de pH em KCl, indicando predominância de cargas negativas no complexo de troca (Quadro 12 e Figura 33). A soma de bases (Figura 34) e a saturação de bases (Quadro 12), muito baixas conferem o caráter distrófico, enquanto, a elevada saturação com alumínio (m), revela a natureza álica. A baixa capacidade de troca de cátions (T) da fração argila, confirma a má reserva química do horizonte C. O conteúdo de matéria orgânica no horizonte A é expressivo, proveniente da espessa serrapilheira sob a floresta.

Horizonte	Profundidade (cm)	pH		Complexo sortivo								
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	m
				Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								
A	0 – 40	4,5	2,9	0,25	0,008	-	0,258	0,80	2,83	3,88	6,6	75,6
C	40 – 200 <sup>+</sup>	4,8	3,8	0,05	0,006	-	0,056	0,15	0,84	1,04	5,4	72,8

Horizonte	Profundidade (cm)	C. orgânico	M.O.	Complexo sortivo			Ki	Kr	P
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		g.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		
A	0 – 40	14,1	24,3	1,38	1,20	0,40	1,96	1,80	1,0
C	40 – 200 <sup>+</sup>	1,6	2,7	1,43	1,00	0,60	2,43	1,75	1,0

Quadro 12 - Análise Química do Perfil CAM6

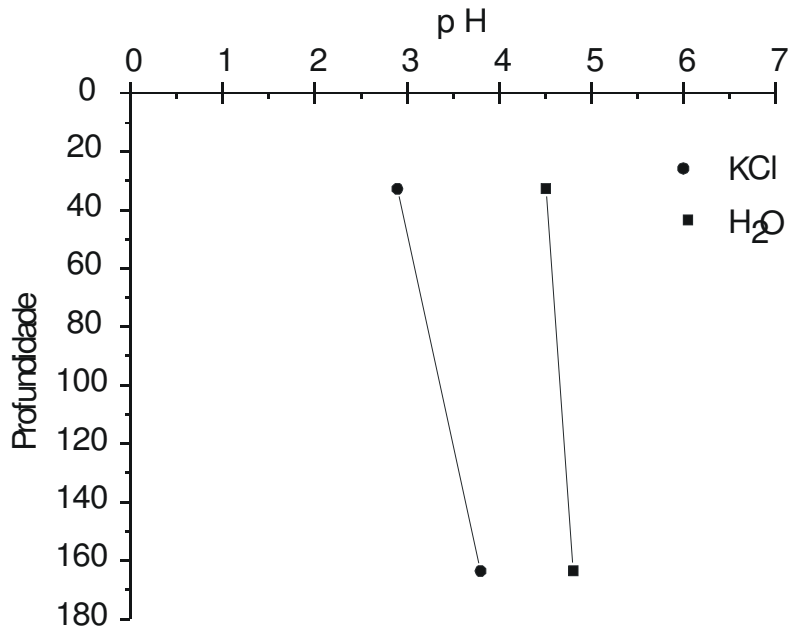


Figura 33 – Distribuição do pH em profundidade no perfil CAM6

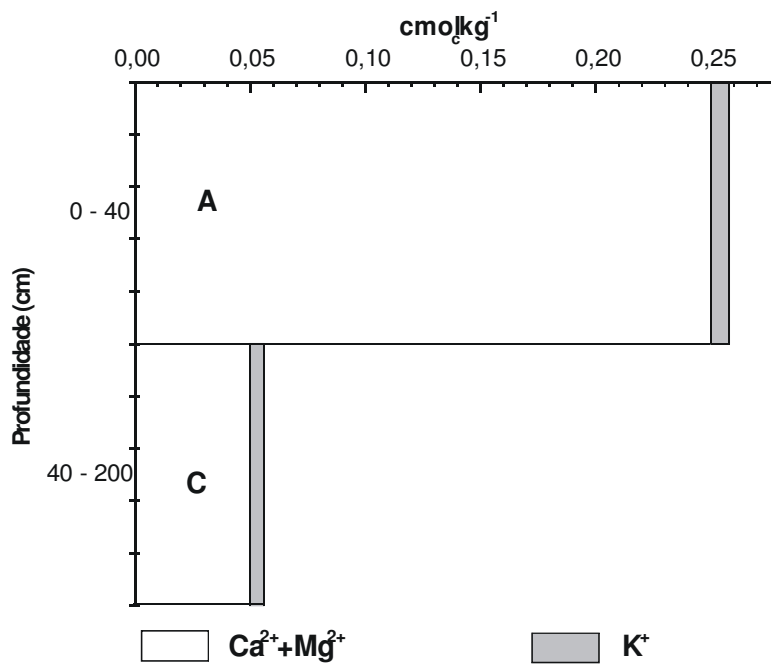


Figura 34 – Distribuição de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> em profundidade no perfil CAM6



#### 9.6.4. Análise mineralógica

Apenas o horizonte C foi submetido à análise por difratometria de raios-x. Foram revelados caulinita e quartzo, com elevado grau de cristalinidade, 97,65%, e 0,44 nm. As reflexões da caulinita foram 0,72 nm e 0,44 nm , e do quartzo 0,42 nm e 0,33 nm.

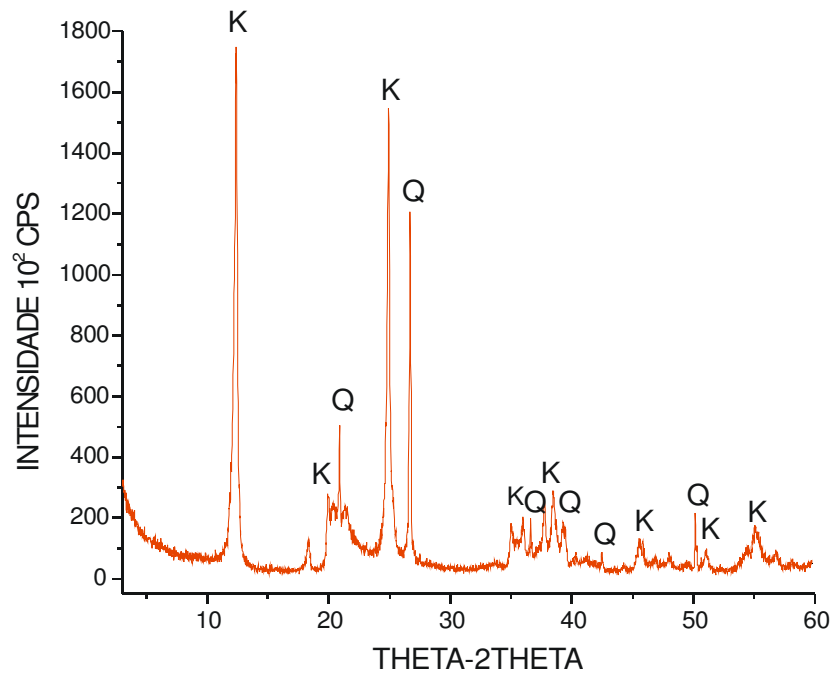


Figura 35 - Difratograma de raio – X da fração argila, sem tratamento do perfil CAM6, horizontes C. K: caulinita; Q: quartzo.

## 10. CONCLUSÃO

CAM1, no topo, mostra estrutura granular e muitos pequenos blocos, enquanto CAM2, na vertente apresenta estrutura de médios blocos, evidenciando influência da dinâmica da água na transformação  $B_w \rightarrow B_t$ .

Excluindo o CAM1 em todos os perfis há predomínio da fração areia grossa.

Situados em rampa de colúvio, CAM4 acumula maior quantidade da fração areia fina que CAM2.

Nas cotas inferiores, CAM3 com gleização e CAM6 plenamente areia, são perfis A/C em zona similar, CAM5 mostra horizonte B incipiente.

Exceto o CAM3, moderadamente ácido, todos os solos são fortemente ácidos, resultantes das atividades de  $H^+$  e  $Al^{3+}$ .

Todos os solos são distróficos e, com exceção do CAM3, também são álicos.

Em todos os solos com horizonte B verificou-se o índice  $K_i \leq 2,0$ , indicativo do alto grau de intemperização e do predomínio de caulinita na fração argila.

A caulinita, com elevado grau de cristalinidade, foi o mineral aluminossilicatado comum em todos os solos.

Os perfis foram classificados como Latossolo Amarelo (CAM1), Argissolo (CAM2 e CAM4), Neossolo Flúvico Álico Distrófico Gleico (CAM3), Cambissolo Háplico Distrófico (CAM5) e Neossolo Quartzarênico (CAM6).

## 11. REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. A Cidade de Manaus (Primeiros estudos). Boletim Paulista de Geografia. São Paulo, n.15. 1953.
- ALVES, D.B. Desenvolvimento da Metodologia de preparação de amostras para Análise Difratométrica de argilominerais no Centro de Pesquisa da Petrobrás. Boletim de Geociências. Petrobrás, Rio de Janeiro, v.1, n.2.1987.
- BARROS, A. R. Levantamento detalhado dos Solos do Campus da Universidade do Amazonas como subsídios na implantação de Sistemas Agroflorestais - SAF's.1998.65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Amazonas, Manaus.
- BENTO, A. H. Mapeamento Geotécnico da Área Urbana de Manaus - AM. 1998. 179 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Curso de Pós- graduação em Ciências do Ambiente, Universidade do Amazonas, Manaus.
- BIRKELAND, P.W. Soil and Geomorphology. New York: Oxford Press, 1984.342 p.
- BOULET, R. ;HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. II. Une méthode prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couverture pedologiques.Cah. ORSTOM, Paris, v.19,n.4, p.323 – 339.1982 ( Ser. Pedol.).
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, folha SA20 - Manaus: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p.775.1986 (Levantamento dos recursos naturais, 18).
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, folha SA21 - Santarém: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p.520.1976. (Levantamento dos recursos naturais, 10).
- CAMARGO, M.N.; RODRIGUES, T.E. Guia de Excursão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17, Manaus, 1979.
- CAPUTO, M. V.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D.N.N. Nomenclatura Estratigráfica da Bacia do Amazonas: Histórico e Atualização. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, 1972, Belém (PA). Anais... Belém: SBG, Núcleo Norte, 1972 .320 p.
- CAPUTO, M. V. Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil.1984.583 f. (PhDThesis) – Santa Barbara, University of California,USA.
- CARVALHO, A.S.; SOUZA, V. S.; FERNANDES FILHO, L. A.; NOGUEIRA, A.C.R. A Geologia da Região de Manaus. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 8, 2003, Manaus, Resumos Expandidos...,Manaus:SBG, Núcleo Norte. 2003. CD-ROM.

CUNHA, P.R.C.; COUTINHO, L.F.C.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Amazonas. Boletim de Geociências / Petrobrás. Rio de Janeiro, v.8, n.1.1994.

CHAUVEL, A.; BOULET, R.; JOIN, P.; BOCQUIER, G. Aluminium and iron oxi-hydroxide segregation in nodules of Latossols developed on tertiary sediments ( Barreiras group), near Manaus ( Amazon Basin), Brazil. In: INTERNATIONAL SEMINARON LATERITIZATION PROCESSES, 2, São Paulo,1982.Anais...São Paulo: IAG, USP,1982. p.507- 526.

DAEMON, R.F.; CONTREIRAS, C.J.A. Zoneamento Palinológico da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1972, São Paulo. Anais...São Paulo: SBG, 1972. v.3, p. 79 - 92.

DAEMON, R.F. Contribuição à datação da Formação Alter do Chão na Bacia do Amazonas. Revista Brasileira de Geociências.São Paulo, v.5, p. 78-84.1975.

DEMATTE, J.L.I. Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos: Região Amazônica. Campinas: Fundação Cargill,1988. 215 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Campo Experimental do Caldeirão do CPAA / EMBRAPA, Iranduba – AM. Rio de Janeiro: Embrapa - SNLCS, 1990. 74p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos – Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FALESI, I. C.; FREIRE, E. M. da S. & SILVA, L. G. T. Levantamento de reconhecimento de media intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da Estrada de Ferro Carajás. Belém: CVRD, 1986. 104 p.

GERRARD, A. J. Soil and landforms: An integration of geomorfology and pedology. Londres: George Allen Unwin Publishing,1981. 219 p.

HALL, G.F. Pedology and Geomorfology. In: WILLING, L.P.; N.E.; HALL, G.F., eds. Pedogenesis and Soil Taxonomy.I. Concepts and interactions.New York, Elsevier Sci. Pub., 1983. p. 117-140.

HORBE, A.M. C. ; COSTA, M. L.Caracterização de Latossolos desenvolvidos sobre crostas alumino-ferruginosas lateríticas com base na mineralogia e elementos – traços.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6,1997, Salvador. Anais... Salvador: SBG,1997. v.1,p.547-549.

IGREJA, H.L.S.; FRANZINELLI, E. Utilização de Sensoriamento Remoto na investigação na área do baixo Rio Negro e Grande Manaus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 3, 1990, Manaus. Anais... Manaus: SBG, 1990.v.1, p.641-648.

IZEL, A.I.B.; CUSTODIO, P. Mapeamento da cobertura vegetal da área do Campus. In: V Jornada de Iniciação Científica. Manaus, 1996. Anais... Universidade do Amazonas, 1996. 30p.

JACOMINE, P.K.T.; CASTRO, C.; MOREIRA, M. L. C.; VASCONCELOS, T.N.N. Guia para Identificação dos Principais Solos do Estado de Mato Grosso. Cuiabá :Pnud /Prodeagro, 1995. 118 p.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo. 3º ed. Campinas: SBCS/SNLCS, 1996. 45p.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 192 p.

LUCAS, Y.; CHAUVEL, A.; BOULET, R.; RANZANI, G.; SCATOLINI, F. Transição Latossolos – Podzóis sobre a Formação Barreiras na Região de Manaus, Amazônia. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v.8, n.2, p.325 – 335, abr./ jun. 1984.

MAFRA, A. L.; SILVA, E. F.; COOPER, M.; DEMATTÊ, J. L. I. Pedogênese de uma seqüência de Solos desenvolvidos de Arenito na Região de Piracicaba (São Paulo). R. Bras. Ci. Solo, Viçosa (MG), v.25, n.2, p.355 – 369, abr. / jun. 2001.

MOTA, M.R.; MEDEIROS, C.M. Balanço Hídrico da região de Manaus. Ciências Agrárias e Ambientais: Revista da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, v.1, n.1/2, p.65- 72, jan / dez. 2001.

MUNSELL COLOR: Munsell Soil Color Charts. Baltimore (Maryland, USA), 1975, 16fls.

NOGUEIRA, A.C.R.; SOUZA, V.; SOARES, E.A.A., Contribuição à tectônica cenozóica da região de Presidente Figueiredo, norte de Manaus. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, (6), Pirinópolis. Resumos, Pirinópolis, SBG, p.123 – 125, 1997.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 1992. 201p.

PRADO, H. Manual de Classificação de Solos do Brasil. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 1995. 197 p.

RANZANI, G. Identificação e Caracterização de Alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. Acta Amazônica, Manaus, v.10, n.1, p.7 – 41, 1980.

SANTOS JUNIOR, E. V. da C. Identificação e Análise Geoambiental de Processos Erosivos em uma Porção da Área Urbana de Manaus – AM (Bairros Cidade Nova e Mauzinho). 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Curso de Pós- graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SILVA, B.N.R.; ARAUJO, J.V.; RODRIGUES, T.E. Os solos da área Cacau Pirera – Manacapuru. Belém : IPEAN, 1970. 168p.

SOMBROEK, W.G. Amazon Soils. A Reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon Region. Wageningen: Center for Agriculture, 1996. 292 p. (Public Document).

STERNBERG, H.O.R. Vales Tectônicos na Planície Amazônica? Revista Brasileira de Geografia, São Paulo, v.12, n.4, p.3 – 26, 1950.

TORRADO, P.V. Relações material de origem/solo e pedogênese em uma seqüência de solos predominantemente argilosos e latossólicos sobre psamitos na Depressão Periférica Paulista. R. Bras. Ci.Solo, Viçosa (MG), v.23, n.2, p.357- 369, abr./jun.1999.

VIEIRA, L. S. Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos Solos Tropicais. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1998. 415 p.

# ANEXOS

## ANEXO I – DESCRIÇÃO GERAL E MORFOLÓGICA DOS PERFIS DA ÁREA

### PERFIL CAM1

Classificação: Latossolo Amarelo Álico a moderado textura muito argilosa fase floresta perenifólia relevo ondulado.

Localização: Entre o Restaurante Universitário e a Faculdade de Educação Física.

Formação Geológica: Formação Alter do Chão.

Material de Origem: Sedimentos argilosos.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Suave ondulado a ondulado.

Relevo Regional: Ondulado, com interflúvios tabulares e colinas.

Erosão: Laminar

Drenagem: Bem drenado

Vegetação: Floresta tropical parcialmente desmatada.

Uso atual: Preservação

Descrição Morfológica:

- A 0 – 7 cm, Bruno-amarelado (10 YR 4/2, úmido); muito argiloso; fraca, pequenos e médios blocos angulares e sub-angulares, e fraca muito pequena granular; duro friável, plástico e pegajoso; transição clara.
- AB 7 – 40 cm, Bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmido); muito argiloso; fraca, pequena e média granular, pequenos blocos angulares e sub-angulares; duro friável, plástico e pegajoso; transição gradual.
- Bw<sub>1</sub> 40 – 60 cm, Amarelo-brunado (10 YR 6/6, úmido) fraca, pequenos e médios granular pequenos em blocos angulares e sub-angulares; ligeiramente duro friável, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa.
- Bw<sub>2</sub> 60 – 160<sup>+</sup> cm, Amarelo (10 YR 7/6, úmido), muito argiloso; fraca, pequena a média, blocos angulares e sub-angulares; muito friável, plástico e pegajoso.

Observações: muitas raízes em A<sub>1</sub> comuns em AB e raras em Bw<sub>1</sub> e Bw<sub>2</sub>.



## **PERFIL CAM2**

Classificação: Argissolo Amarelo Distrófico a moderado abrupto textura média fase floresta perenifólia relevo forte ondulado.

Localização: Próximo à Estação de Captação de Água do Mini Campus (03° 05' 56" S / 59° 58' 11" W)

Formação Geológica: Formação Alter do Chão.

Material de Origem: Sedimentos argilo-arenosos.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Suave ondulado a ondulado.

Relevo Regional: Ondulado, com interflúvios tabulares e colinas.

Erosão: Laminar

Drenagem: Bem drenado

Vegetação: Floresta tropical parcialmente desmatada.

Uso atual: Preservação

### Descrição Morfológica:

- A 0 – 13 cm, Bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido); areia franca; fraca, pequenos blocos sub-angulares; macio muito friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual.
- AB 13 – 58 cm, Bruno (10 YR 5/3, úmido); franco-argilo-arenoso; fraca, pequenos blocos sub-angulares; macio friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual.
- BA 58 – 76 cm, Bruno-amarelo (10 YR 5/4, úmido) fraca, pequenos e médios granular pequenos em blocos angulares e sub-angulares; ligeiramente duro friável, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa.
- Bt<sub>1</sub> 76 – 96 cm, Bruno amarelo (10 YR 5/6, úmido); franco argilo-arenoso; fraca, pequena e médios blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; transição difusa.
- Bt<sub>2</sub> 96 – 180<sup>+</sup> cm, Amarelo (10 YR 7/6, úmido) muito argiloso; fraca, pequena a média blocos angulares e sub-angulares; muito friável, plástico e pegajoso.

Observações: muitas raízes em A<sub>1</sub> comuns em AB e raras em Bw<sub>1</sub> e Bw<sub>2</sub>.

### **PERFIL CAM3**

Classificação: Neossolo Flúvico Tb Distrófico Gleico A fraco, textura média fase floresta perenifólia relevo plano a ondulado.

Localização: 10m da margem do igarapé, próximo à Estação de Captação de Água do Mini - Campus (03° 5' 56''S e 59° 58' 09''W)

Formação Geológica: Formação Alter do Chão.

Material de Origem: Sedimentos colúvio-aluvionares argilo-arenosos

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Suave ondulado a ondulado

Relevo Regional: Ondulado, com interflúvios tabulares e colinas.

Erosão: Laminar

Drenagem: Mal drenado

Vegetação: Floresta tropical parcialmente desmatada

Uso atual: Preservação

Descrição Morfológica:

A 0 – 18 cm, Bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); areia franca; fraca, pequena a muito pequena granular; solto a macio, solto, não plástico e não pegajoso; transição difusa.

AC 18 – 80 cm, Bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido); areno-argiloso, blocos sub-angulares; macio, muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual.

Cg<sub>1</sub> 80 – 97 cm, Bruno escuro (7,5 YR 3/2, úmido), areno-argiloso, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta.

Cg<sub>2</sub> 97 – 135<sup>+</sup> cm, Bruno claro acinzentado (10YR 6/3, úmido), areno-argiloso; blocos sub-angulares; duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Observações: raízes comuns finas no C<sub>1</sub>, fragmentos de carvão em C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>. Nível hidrostático a 135 cm.

## **PERFIL - CAM4**

Classificação: Argissolo Amarelo Tb distrófico Álico A moderado abrupto textura média fase floresta perenifólia densa relevo ondulado

Localização: A 300 metros perpendicular a picada de acesso a Estação da Águas do Amazonas e a 1 quilômetro da via de acesso ao ICHL, Campus da UFAM, Manaus (AM). 3°5'15"S e 59°58'18" WGr.

Formação Geológica: Formação Alter do Chão.

Material de Origem: Sedimentos arenosos.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Suave ondulado a ondulado.

Relevo Regional: Ondulado, com interflúvios tabulares e colinas.

Erosão: Laminar ligeira.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação: Floresta Tropical parcialmente desmatada.

Uso atual: Preservação.

### Descrição Morfológica

A 0-14 cm, Bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso; transição gradual.

AB 14-58 cm, Bruno-acinzentado-muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco-argilo-arenoso; fraca, pequenas a média blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual,

BA 58-77 cm, Bruno-acinzentado (10 YR 5/3, úmido); franco-argilo-arenoso; fraca, pequenas e médias blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

Bt<sub>1</sub> 77-103 cm, Bruno-amarelo-claro (10 YR 6/4, úmido); franco-argilo-arenoso; fraca, pequenos e médios blocos subangulares; friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa.

Bt<sub>2</sub> 103-153<sup>+</sup> cm, Bruno-muito claro-acinzentado (10 YR 6/4, úmido); franco-argilo-arenoso; fraca, médios blocos subangulares; friável, plástico e ligeiramente pegajoso.

Observações: muitas raízes no A, comuns em AB e raras em BA

## PERFIL – CAM5

Classificação: Cambissolo Háptico Tb Distrófico a moderado textura média relevo suave ondulado.

Localização: 50 m após o perfil C6. (3° 5' 10"S 59° 58' 17"W)

Formação Geológica: Formação Alter do Chão.

Material de Origem: Sedimentos argilosos.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Suave ondulado a ondulado.

Relevo Regional: Ondulado, com interflúvios tabulares e colinas.

Erosão: Laminar ligeira

Drenagem: Moderadamente drenado

Vegetação: Floresta tropical parcialmente desmatada.

Uso atual: Preservação

### Descrição Morfológica:

- Ap 0 – 13 cm, Bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); areia franca; fraca, pequena a muito pequena granular; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição difusa.
- AB 13 – 43 cm, Bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); areia franca; fraca, pequenos blocos sub-angulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual.
- BA 43 – 78 cm, Bruno escuro (10 YR 3/3, úmido), areia franca; fraca, pequenos e médios blocos sub-angulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta.
- Bi 78 – 150<sup>+</sup> cm, Bruno amarelado (10 YR 5/4, úmido), argilo-arenoso; fraca, médios a grandes blocos sub-angulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Observações: muitas raízes nos horizontes AB e BA. Organo-argilans nos horizontes BA e Bi.

## **PERFIL – CAM6**

Classificação: Neossolo Quartzarênico Distrófico A fraco, textura arenosa fase floresta perenifólia aberta, relevo ondulado.

Localização: ± 30 mts do limite com a CCE e a ± 250 mts à esquerda do Igarapé Riacho da Cobra. Campus da UFAM, Manaus (AM). 3°5'40" S e 59°57'12" WGr.

Formação geológica: Formação Alter do Chão

Material de Origem: Depósito de sedimentos arenosos

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Plano

Relevo Regional: Ondulado, com interflúvios tabulares e colinas.

Erosão: Laminar ligeira

Drenagem: Bem drenado

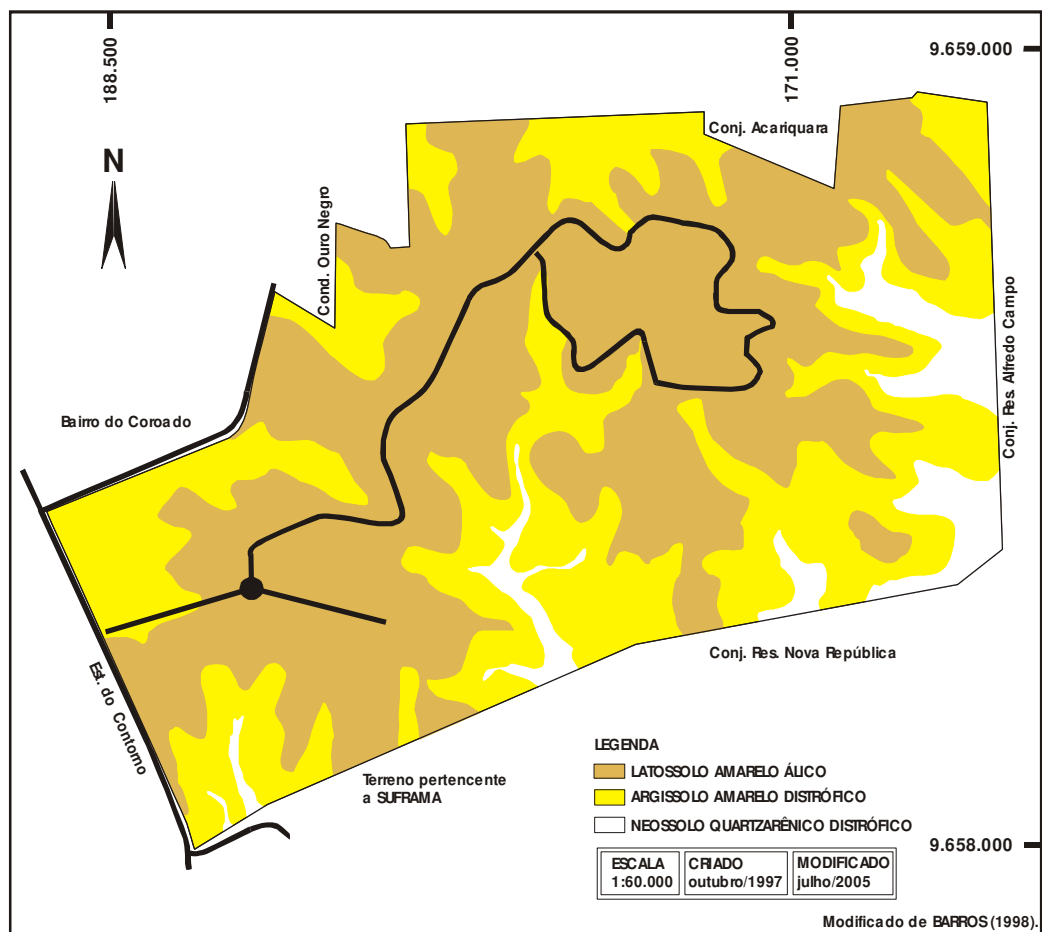
Vegetação: Campinarana

Uso atual: Preservação

### Descrição Morfológica

- A 0-40 cm, Bruno a Bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido); areia; grãos simples soltos; não plástico e não pegajoso; transição clara.
- C 40-200<sup>+</sup> cm, Bruno (10 YR 5/3, úmido); areia; grãos simples soltos; não plástico e não pegajoso.

ANEXO II - MAPA DE SOLOS DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFAM (Modificado de BARROS,1998)



# ANEXO III – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS DA ÁREA DE ESTUDO

