**CARACTERIZAÇÃO DAS FASES SÓLIDA E LÍQUIDA DE
SOLOS E ARENAS DERIVADOS DO GRANÍTO SOB
FLORESTA TROPICAL AMAZÔNICA (TERRA
NOVA DO NORTE - MT)**

NILTON TOCICAZU HIGA

Orientador: Prof. Dr. CARLOS CLEMENTE CERRI

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1989

H634c Higa, Nilton Tocicazu
Caracterização das fases sólida e
líquida de solos e arenas derivados do
granito sob floresta tropical amazônica
(Terra Nova do Norte - MT). Piracicaba,
1989. 237p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Arena - Caracterização 2. Floresta
tropical amazônica - Solo 3. Granito
Intemperismo 4. Solo - Caracterização 1.
Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiróz, Piracicaba

CDD 631.44

*CARACTERIZAÇÃO DAS FASES SÓLIDA E LÍQUIDA DE SOLOS E
ARENAS DERIVADOS DO GRANITO SOB FLORESTA TROPICAL
AMAZÔNICA (TERRA NOVA DO NORTE - MT)*

NILTON TOCICAZU HIGA

Aprovada em: 19/09/1989

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Klaus Reichardt - CENA/USP

Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos - ESALQ/USP

Prof. Dr. Toshiaki Kinjo - ESALQ/USP

Prof. Dr. Celso Augusto Clemente - ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Clemente Cerri - CENA/USP

Prof. Dr. Carlos Clemente Cerri
Orientador

À minha esposa Tereza Cristina
e aos meus filhos Fábio e Felipe,
dedico.

AGRADECIMENTOS

De maneira singela, mas sincera, desejamos registrar nossos agradecimentos e gratidão às seguintes pessoas e instituições que nos apoiaram na realização deste trabalho:

- Ao Prof. Dr. CARLOS CLEMENTE CERRI pela efetiva orientação e apoio na realização deste trabalho e no transcorrer do curso de Pós-Graduação;

- Ao Dr. BORIS VOLKOFF da ORSTOM (França), que com muita solicitude nos apoiou nos trabalhos de campo;

- Ao Dr. FRANCIS ANDREUX da CNRS (França) que nos auxiliou com muita presteza nas questões pertinentes à química de solo;

- Ao Dr. ARMAND CHAUVEL da ORSTOM (França) pela especial atenção a nós concedida nas interpretações micromorfológicas do solo;

- Ao Dr. JEAN DELVIGNE da ORSTOM (França) pelo auxílio prestado nas interpretações mineralógicas das seções delgadas de rocha e alteritas;

- Ao Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA pela orientação na fase inicial do nosso Curso de Pós-Graduação;

- Aos técnicos Sr. DACIR BORTOLETO, Sra. SANDRA MARIA GENARO NICOLETTI, Sr. JOSÉ ROBERTO MARTINS da seção de química do solo, CENA/USP; Sra. MARIA ELIZABETE H. B. GUIMARÃES, Sr. ROBERTO FORTI, Sra. ELEUSA C.B. BRANCALION do laboratório de solos da ESALQ/USP, pelas valiosas

contribuições prestadas nas diversas etapas deste trabalho;
e ao Sr. ADEMYR CESAR FRANCO pelo trabalho de digitação.

- Ao DEPARTAMENTO DE SOLO, GEOLOGIA E FERTILIZANTES da ESALQ/USP pela disposição dos laboratórios para a realização das análises físicas, químicas e mineralógicas das amostras de solos;

- À SEÇÃO DE RADIOQUÍMICA E QUÍMICA ANALÍTICA do CENA/USP pelo imprescindível apoio prestado nas análises químicas da solução do solo;

- Ao INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT/SP e DEPARTAMENTO DE MINERALOGIA E RECURSOS MINERAIS DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS DA UNESP, "Campus" de Rio Claro/SP pelo auxílio prestado na confecção das seções delgadas de rochas, alteritas e solos.

- À TRANSHID INDÚSTRIA OLEODINÂMICA BRASILEIRA S.A., pela cessão das placas e tubo de aço que foram utilizados na confecção do cilindro de compressão;

- Ao Engenheiro JORGE AMBRÓSIO FISHER da TRANSHID pela valiosa colaboração prestada na elaboração do projeto de construção do cilindro de compressão;

- À CONGER S.A. EQUIPAMENTOS-PROCESSOS-METALURGIA, pela fabricação do cilindro de compressão.

- À UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO pela concessão para a realização do Doutorado e pelo transporte concedido no transcorrer dos trabalhos de campo.

- À "COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES" - pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xvii
 1. INTRODUÇÃO.....	 1
 2. REVISÃO DE LITERATURA.....	 4
2.1 - Considerações gerais.....	4
2.2 - Alteração do granito e a pedogênese.....	5
2.3 - Solução do solo.....	8
2.4 - Aspectos termodinâmicos e tipos geoquímicos da alteração.....	11
 3. MATERIAL E MÉTODOS.....	 14
3.1 - Meio Físico.....	14
3.1.1 - Localização da área.....	14
3.1.2 - Clima.....	16
3.1.3 - Vegetação.....	23
3.1.4 - Geologia e petrologia.....	25
3.1.5 - Geomorfologia.....	31
3.1.6 - Solos.....	33
3.2 - Material.....	38
3.3 - Métodos de campo.....	38
3.3.1 - Coleta da liteira.....	38
3.3.2 - Coleta de solo e arena.....	39
3.3.3 - Coleta das rochas.....	39
3.3.4 - Coleta da água da fonte.....	40

3.4 - Métodos de laboratório.....	40
3.4.1 - Extração da solução do Solo.....	40
3.4.2 - Análises físicas do solo e arena.....	43
. Unidade atual.....	43
. Análise granulométrica.....	43
. Argila dispersa em água.....	44
. Grau de floculação.....	44
. Densidade real.....	44
. Densidade aparente.....	45
. Porosidade.....	46
. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica.....	46
3.4.3 - Análises químicas das amostras de solo e arena.....	46
. pH em água.....	46
. pH em KCl 1N.....	46
. pH.....	47
. Carbono total.....	47
. Nitrogênio total.....	47
. Fósforo assimilável.....	47
$+2$ $+2$ $+$ $+$	
. Ca , Mg , Na , K , trocáveis.....	47
. Soma de bases - "S".....	47
$+$ $+3$	
. Acidez trocável (H^{+3} + Al).....	47
. Al trocável	48
$+$	
. H trocável.....	48
. Capacidade de troca de cátions - "CTC".....	48
. Saturação de bases - "V%".....	48
3.4.4 - Análises químicas da solução do Solo.....	48

. PH.....	48
. Teores de NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Si^{+4} , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+4} , Al^{+3} , Zn^{+2} e P^{+4} ...	48
3.4.5 - Balanço iônico da solução do solo.....	49
3.4.6 - Análise termodinâmica da solução do solo.....	49
3.4.7 - Análise mineralógicas.....	49
. Difração de raios-X.....	49
3.4.8 - Análise micromorfológica.....	50
. Impregnação com resina e laminação.....	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 - Os materiais de partida.....	52
4.1.1 - Material mineral: o granito.....	52
4.1.1.1 - Gênese das arenas graníticas e suas transformações minera- lógicas.....	54
4.1.2 - Material orgânico: biomassa aérea e liteira.....	58
4.1.2.1 - Evolução dos constituintes orgânicos depositados no solo pela liteira.....	60
4.2 - Produto da evolução mineral e orgânica: os solos.....	69
4.2.1 - Fase sólida.....	69
4.2.1.1 - Morfologia.....	69
4.2.1.2 - Micromorfologia.....	78
4.2.1.3 - Mineralogia.....	85

4.2.1.4 - Características físicas.....	96
4.2.1.5 - Características químicas.....	111
4.2.2 - Fase líquida - Solução do solo.....	134
4.2.2.1 - Composição química da solução	
do solo extraída.....	134
. Nitrato.....	140
. Nitrito.....	143
. Amônio.....	145
. Sulfato.....	147
. Cloreto.....	151
. Silício.....	153
. Sódio.....	155
. Potássio.....	159
. Cálcio.....	162
. Magnésio.....	165
. Manganês.....	168
. Alumínio.....	171
. Ferro.....	173
. Zinco.....	175
. Fósforo.....	178
. pH.....	180
4.2.2.2 - Balanço iônico da solução do	
solo.....	183
4.2.2.3 - Estudo termodinâmico da	
solução do solo.....	193
4.2.2.4 - Água da fonte.....	204

5. CONCLUSÕES.....	208
6. LITERATURA CITADA.....	212
7. APÊNDICE.....	220

LISTA DE FIGURAS

1 - Mapa de localização da área de estudo e a distribuição espacial do granito Teles Pires.....	15
2 - Tipos de climas segundo a classificação de Koppen. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.....	17
3 - Distribuição da precipitação total média anual (mm) Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	17
4 - Ritmo mensal do balanço hídrico da estação meteorológica de Vera - Gleba Celeste - MT e de Cachimbo - MT, segundo Thornthwaite e Mather - 1955	20
5 - Distribuição espacial das temperaturas médias anuais (oC), da região estudada. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	22
6 - Índice de umidade de Thornthwaite, da região estudada. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	22
7 - Mapa da cobertura vegetal da região estudada. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	24
8 - Mapa geológico da região estudada. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	26
9 - Mapa geomorfológico da região estudada. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	32
10 - Mapa de solos da região estudada. Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980	34
11 - Esquema do cilindro de compressão fabricado para a extração da solução do solo	41
12 - Distribuição em profundidade dos teores de Carbono	

nos perfis analisados	62
13 - Distribuição em profundidade dos teores de Nitrogênio nos perfis analisados	63
14 - Corte esquemático da topossequência NA e a localização dos perfis estudados	70
15 - Perfil do solo cambissolo caracterizado como NA1 da topossequência NA	72
16 - Perfil do solo cambissolo caracterizado como NA2 da topossequência NA	74
17 - Perfil do solo cambissolo caracterizado como NA3 da topossequência NA	77
18 - Perfil do solo cambissolo caracterizado como NB1 da topossequência NB	79
19 - Difratogramas de raios - X da fração silte das amostras de solo e arena coletadas em diferentes profundidades no Perfil-NA2	86
20 - Difratogramas de raios - X da fração silte das amostras de solo e arena coletadas em diferentes profundidades no Perfil-NA3	87
21 - Difratogramas de raios - X da fração silte das amostras de solo e arena coletadas em diferentes profundidades no Perfil-NB1	88
22 - Difratogramas de raios-X da fração argila e silte das amostras de solo e arenas coletadas em diferentes profundidades no Perfil NA1	89
23 - Difratogramas de raios - X da fração argila das amostras de solo e arena coletadas em diferentes profundidades no Perfil NA2	92

24 - Difratogramas de raios - X da fração argila das amostras de solo e arena coletadas em diferentes profundidades no Perfil NA3.....	93
25 - Difratogramas de raios - X da fração argila das amostras de solo e arena coletadas em diferentes profundidades no Perfil NB1	94
26 - Distribuição em profundidade dos percentuais da fração areia grossa (2 - 0,2mm) nas amostras de solo e arenas dos perfis analisados	101
27 - Distribuição em profundidade dos percentuais da fração areia fina (0,2 - 0,05mm) nas amostras de solo e arena dos perfis analisados	102
28 - Distribuição em profundidade dos percentuais de silte (0,05 - 0,002 mm) nas amostras de solo e arenas dos perfis analisados	103
29 - Distribuição em profundidade dos percentuais da fração argila (<0,002mm) nas amostras de solo e arena dos perfis analisados	105
30 - Densidade real e aparente em profundidade nos perfis analisados	108
31 - Porosidade do solo em profundidade nos perfis analisados	110
32 - Teores de cálcio nas amostras do solo e arena dos perfis analisados	116
33 - Teores de magnésio nas amostras do solo e arena dos perfis analisados	120
34 - Teores de sódio nas amostras do solo e arena dos	

perfis analisados	122
35 - Teores de potássio nas amostras do solo e arena dos perfis analisados	124
+ +3	
36 - Valores de H e Al nas amostras do solo e da arena dos perfis analisados	129
37 - Valores de pH (H ₂ O) e pH (KCl) nas amostras do solo e arena dos perfis analisados	133
38 - Distribuição em profundidade dos teores de nitrato na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	141
39 - Distribuição em profundidade dos teores de nitrito na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	144
40 - Distribuição em profundidade dos teores de amônio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	146
41 - Distribuição em profundidade dos teores de sulfato na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	148
42 - Distribuição em profundidade dos teores de cloreto na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	152
43 - Distribuição em profundidade dos teores de silício na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	154
44 - Distribuição em profundidade dos teores de sódio na solução extraída das amostras de solo e arena	

dos perfis analisados	156
45 - Distribuição em profundidade dos teores de potássio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	160
46 - Distribuição em profundidade dos teores de cálcio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	163
47 - Distribuição em profundidade dos teores de magnésio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	166
48 - Distribuição em profundidade dos teores de manganês na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	169
49 - Distribuição em profundidade dos teores de alumínio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	172
50 - Distribuição em profundidade dos teores de ferro na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	174
51 - Distribuição em profundidade dos teores de zinco na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	176
52 - Distribuição em profundidade dos teores de fósforo na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados	179
53 - Distribuição em profundidade dos valores de pH na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.....	181

- 54 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados
em função da concentração dos íons Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e
 SiO_2 e valores de pH (a 25oC e 1 atm) na solução
de solo e arena de um solo cambissolo-perfil NA1...199
- 55 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados
em função da concentração dos íons Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e
 SiO_2 e valores de pH (a 25oC e 1 atm) na solução
de solo e arena de um solo cambissolo-perfil NA2...200
- 56 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados
em função da concentração dos íons Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e
 SiO_2 e valores de pH (a 25oC e 1 atm) na solução
de solo e arena de um solo cambissolo-perfil NA3...201
- 57 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados
em função da concentração dos íons Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e
 SiO_2 e valores de pH (a 25oC e 1 atm) na solução
de solo e arena de um solo cambissolo-perfil NB1...202

LISTA DE TABELAS

- 1 - Balanço hídrico da Estação de Cachimbo-MT, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Fonte: Projeto RADAMBRASIL-1980.....19
- 2 - Balanço hídrico da Estação de Vera-Gleba Celeste-MT, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 198019
- 3 - Teores de Carbono e Nitrogênio nas amostras de solo e arena dos perfis analisados61
- 4 - Fracionamento granulométrico da matéria orgânica das amostras de solo correspondente aos Perfis NA1, NA2, NA3 e NB165
- 5 - Percentagem de carbono total e carbono calculado através do fracionamento granulométrico da M.O.67
- 6 - Distribuição granulométrica das partículas na fração < 2 mm, densidade real, densidade aparente e porosidade das amostras de solo e arena dos perfis estudados97
- 7 - Complexo Sortivo, soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC), índices de saturação de bases (%V), pH (H₂O) e pH (KCl) das amostras de solo e arena dos perfis estudados113
- 8 - Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na solução de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso - (Perfil NA1)135
- 9 - Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na

solução de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso - (Perfil NA2)	136
10 - Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na solução de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso - (Perfil NA3)	137
11 - Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na solução de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso (Perfil NB1)	138
12 - Teor médio (mg/l) dos íons na solução do solo	139
13 - Teores médios (μ mol/l) em profundidade, dos íons na solução do solo e arena para o balanço iônico - perfil NA1	184
14 - Teores médios (μ mol/l) em profundidade, dos íons na solução do solo e arena para o balanço iônico - perfil NA2	185
15 - Teores médios (μ mol/l) em profundidade, dos íons na solução do solo e arena para o balanço iônico - perfil NA3	186
16 - Teores médios (μ mol/l) em profundidade, dos íons na solução do solo e arena para o balanço iônico - perfil NB1	187
17 - Balanço iônico da solução do solo e arena extraída das amostras de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte-MT - perfil NA1...	188

- 18 - Balanço iônico da solução do solo e arena extraída das amostras de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte-MT - perfil NA2...189
- 19 - Balanço iônico da solução do solo e arena extraída das amostras de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte-MT - perfil NA3...190
- 20 - Balanço iônico da solução do solo e arena extraída das amostras de um solo cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte-MT - perfil NB1...191
- 21 - Logarítmo das concentrações da Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e SiO_2 para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - perfil NA1195
- 22 - Logarítmo das concentrações da Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e SiO_2 para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - perfil NA2196
- 23 - Logarítmo das concentrações da Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e SiO_2 para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - perfil NA3197
- 24 - Logarítmo das concentrações da Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} e SiO_2 para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - perfil NB1198

"CARACTERIZAÇÃO DAS FASES SÓLIDA E LÍQUIDA DE SOLOS E ARENAS DERIVADOS DO GRANITO SOB FLORESTA TROPICAL AMAZÔNICA (TERRA NOVA DO NORTE - MT)"

Autor: NILTON TOCICAZU HIGA

Orientador: PROF. DR. CARLOS CLEMENTE CERRI

RESUMO

Com o objetivo de caracterizar as fases sólida e líquida das arenas e solos derivados do granito sob floresta tropical amazônica da região da Serra Formosa no município de Terra Nova do Norte, Norte do Estado de Mato Grosso, foram coletadas, em duas topossequências, amostras de solos e arenas de cambissolos desenvolvidos "in situ". Uma parte das amostras foi submetida à prensagem num cilindro de compressão para a extração da solução do solo.

As análises da fase sólida permitiram identificar que esses solos são distróficos, e com teores de até 65,5% de areia. Os difratogramas de raios - X denotam que a mineralogia da fração argila é predominantemente constituída pela caolinita, seguida pela gibbsita, mica e quartzo. As análises micromorfológicas permitiram

identificar a presença de minerais primários alteráveis como a microclina, plagioclásio e a biotita, desde os horizontes superficiais desses solos caracterizando-os como cambissolos.

As análises da fase líquida denotam que as soluções são ricas em cátions mono e bivalentes, conferindo valores de pH neutro nos horizontes superficiais e ligeiramente alcalino nos horizontes mais profundos. Altos teores de nitrato na solução dos horizontes superficiais refletem alta taxa na mineralização da matéria orgânica constantemente depositada no solo. A distribuição em profundidade dos teores dos íons na solução dos solos e arenas, demonstra a atividade da biomassa microbiana nos horizontes superficiais e a ação do intemperismo do material de origem nos horizontes mais profundos. As médias por perfil, dos teores dos íons SO_4^{2-} , Si^{+4} , Al^{+3} , Fe^{+3} refletem suas migrações promovidas pelo fluxo lateral da água. Os maiores teores de Na^{+} e K^{+} na solução do perfil NA1, denotam o fornecimento ativo desses íons a partir da alteração dos feldspatos do granito subjacente. Os diagramas de estabilidade dos minerais denotam que as concentrações de Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} , SiO_2 e valores de pH das soluções (a 25°C e 1 atm), propiciam a neoformação de minerais que se concentram na zona de estabilidade da caolinita com alguma tendência à zona de estabilidade da gibbsita.

"CHARACTERIZATION OF SOLID AND LIQUID PHASES OF SOILS AND
ARENAS DERIVED FROM GRANITE UNDER AMAZON TROPICAL FOREST
(TERRA NOVA DO NORTE - MT)"

Author: NILTON TOCICAZU HIGA

Adviser: PROF. DR. CARLOS CLEMENTE CERRI

SUMMARY

With the objective of characterizing the liquid and solid phases of "arenas" and soils derived from granite under Amazon tropical forest of "Serra Formosa", on Terra Nova do Norte municipality, north of State of Mato Grosso - Brasil, soil and "arena" samples were collected from two toposequencies of cambisols developed "in situ". Part of the samples was submitted to compressions in a cylinder for solution extraction.

The analysis of solid phase data showed that soils are dystrophic and with sand contents up to 65,5%. X-ray diffractograms indicate that the mineralogy of the clay fraction is dominantly constituted of kaolinite, followed by gibbsite, mica and quartz. Micromorphological analysis showed the presence of alterable primary minerals such as microcline, plagioclase and biotite, even at the

superficial horizons of these soils, characterizing them as cambisols.

Analysis of the liquid phase indicated that the solutions were rich in mono and divalent cations, determining neutral values of pH in superficial horizons and slightly alkaline in deeper horizons. High nitrate contents in soil solution of superficial layers reflected the high mineralization rate of organic matter, which is constantly deposited on the soil. The distribution in depth of the ion contents in soil and "arena" solution, demonstrated the microbial biomass activity of superficial horizons and the action of original material weathering in deeper layers. The profile averages of SO_4^{2-} , Si^{+4} , Al^{+3} , Fe^{+3} ions reflect their migrations promoted by lateral water flow. The greater contents of Na^{+} and K^{+} in the solution of NA1 profile, show the active feeding of these ions from the alteration of subjacent granite feldspate. The stability diagrams of the minerals indicate that concentrations of Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} , SiO_2 and pH values of solutions (at 25°C and 1 atm) promote the development of minerals that are found in the kaolinite stability zone, with some tendency to the gibbsite stability zone.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre intemperismo de rochas graníticas e a pedogênese, realizadas nos mais diferentes níveis de detalhe, a exemplo dos trabalhos de MELFI (1967), CERRI (1979) e diversos outros trabalhos sobre alterações e pedogênese sempre detiveram a fase sólida do complexo de alteração. Assim sendo, a sua fase líquida, ou a solução do solo, normalmente é excluída dos estudos de alteração e da pedogênese. Tal fato constitui uma lacuna em termos de evolução em novos conhecimentos sobre os processos pedogenéticos.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo geral, estudar as características das fases sólidas e líquida de solos e arenas de cambissolos desenvolvidos "in situ" e derivados do granito sob floresta tropical amazônica.

Como objetivos específicos foram propostos:

- a) - a caracterização física-química-mineralógica e micromorfológica dos solos e das arenas;
- b) - a caracterização qualitativa e quantitativa dos íons da solução do solo e a distribuição dos seus teores em profundidade;
- c) - definir através da construção de diagramas de estabilidade e da concentração dos íons da solução do solo, a zona de estabilidade dos minerais secundários neoformados;
- d) - definir as formas e as intensidades

de mobilização e exportação dos íons na solução do solo;

Os aspectos fundamentais desses objetivos consistem na obtenção de parâmetros que permitam avaliar o nível de interferência da solução do solo na evolução dos processos pedogenéticos, e também observar, o nível de interferência da fase líquida sobre os processos dinâmicos na translocação dos elementos provenientes da alteração dos minerais primários, tanto no perfil de alteração (em profundidade) como também, nas topossequências selecionadas. Portanto, a inovação e a contribuição maior deste trabalho, consiste na obtenção dos parâmetros retromencionados, sob a influência do clima tropical úmido agressivo numa região com floresta amazônica ativa que ainda não sofreu nenhuma influência antrópica e apresenta ciclagem rápida e significativa dos minerais nutrientes, fornecendo uma quantidade significativa de liteira ao solo.

Para atingir esses objetivos, foram selecionados quatro perfis de solos cambissolos, isto porque, a ação máxima do intemperismo se verifica nos solos mais rasos contendo arenas graníticas. Por sua vez, o granito proporciona certa facilidade de estudo em função da sua granulação grosseira equigranular.

Não se trata de um trabalho completo, pois a quantidade de solução extraída das amostras de solos e arenas foi insuficiente para realizar a caracterização e a quantificação de todos os íons constituintes da mesma. Portanto, existiram duas limitações maiores neste trabalho as quais foram:

a) - a pequena quantidade de solução extraída das amostras de solos e arenas;

b) - a impossibilidade de retorno ao campo para coleta de amostras em épocas distintas com o objetivo de obter as variações nos períodos em que há excedente de água no solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA.

2.1 - Considerações gerais.

Segundo PEDRO (1969), a alteração das rochas cristalinas que afloram na superfície do globo, representa um fenômeno observado pela primeira vez em 1833 na França por J. FOURNET e que a partir desta época, a idéia da alteração das rochas aflorantes, sob a ação dos agentes atmosféricos, torna-se relevante entre os mineralogistas, citando como exemplo, os trabalhos sucessivos de FORSHAMMER (1834), BRONGNIART (1839), MALAGUTI (1841), G.BISCHOF (1847), ressaltando o de EBELMEN (1845 - 1847) que realizou o primeiro estudo detalhado a partir de rochas de composição variada. Cita ainda, que tais pesquisas não delinearão um princípio diretor bem definido e que somente no final do século XIX, em 1883, o mineralogista russo B. DOKOUTCHAEV propôs, durante um estudo sobre as terras pretas (tchernozem) da Ucrânia, os fundamentos de uma nova ciência, por ele denominado de "Pedologia", marcando desta maneira, uma segunda etapa na evolução dos conhecimentos dos fenômenos superficiais.

A partir daí, a evolução da ciência do solo, tem se baseado fundamentalmente em novos conhecimentos sobre a dinâmica e o desenvolvimento das transformações mineralógicas de rochas, arenas ou alteritas e do próprio solo, frente às ações do intemperismo. Como exemplo, pode-se citar que foram realizados até o presente momento, em diversos países, inúmeros trabalhos científicos

relacionados ao estudo das alterações de diversas rochas, principalmente as graníticas.

2.2 - Alteração do granito e a pedogênese.

O que deve ser mencionado, segundo CERRI (1979), é que os principais estudos pedogenéticos e de alterações associados às rochas graníticas, foram realizadas, em sua grande maioria, nas regiões de clima temperado, tanto nos Estados Unidos, como principalmente na Europa, através da atuação de pesquisadores franceses, que estudaram exaustivamente os principais maciços graníticos da França e que através de mais de uma centena de trabalhos científicos chegaram a caracterizar todas as etapas da alteração da rocha, desde a formação das arenas, até a gênese dos seus solos. Cita ainda que sob condições de clima tropical foram realizados pouco mais de uma dezena de trabalhos, quase todos concentrados no Continente Africano.

Em particular no Brasil, ainda segundo CERRI (1979), o fato do substrato geológico ser constituído por mais de 2/3 de rochas cristalinas com dominância espacial das graníticas, muito pouco se estudou sobre as transformações mineralógicas e a pedogênese a partir dessas rochas.

Objetivando caracterizar e correlacionar o material proveniente do intemperismo (arena) de rochas graníticas e os solos desenvolvidos em cinco regiões bioclimáticas distintas: 1) quente e úmida - floresta

amazônica; 2) semi-árida quente - caatinga; 3) sub-quente e sub-úmida - floresta tropical sub caducifólia; 4) subtropical úmida de altitude - floresta subtropical caducifólia; 5) temperado úmido - campos, CERRI (1979), realizou um trabalho sistemático de coleta de informações sobre fenômenos intempéricos e pedogenéticos que agiram sobre certos maciços graníticos, chegando às seguintes conclusões principais:

a - a caolinita é o mineral secundário que está presente em todas as arenas, e está associada à gibbsita tanto no clima quente e úmido como no clima subquente e subúmido. No clima semi-árido e quente a caolinita encontra-se juntamente com a montmorilonita, illita e vermiculita. Nos climas subtropical úmido e temperado úmido a caolinita está associada ao interestratificado regular mica vermiculita e vermiculita.

b - os minerais secundários desenvolvidos na arena apresentam a seguinte filiação:

.Clima quente e úmido (região Norte):

Biotita -->Vermiculita -->Caolinita

Biotita -->Caolinita

Feldspato -->Mica -->Caolinita -->Gibbsita

Feldspato -->Caolinita -->Gibbsita

.Clima semi-árido e quente (região Nordeste):

Biotita -->Parabiotita -->Caolinita

Feldspato -->Caolinita

.Clima subquente e subúmido (região Sudeste):

Biotita ->Clorita ->Parabiotita ->Caolinita

Biotita -->Parabiotita -->Caolinita

Feldspato -->Caolinita

.Clima subtropical úmido de altitude (região Sudeste).

Biotita ->Vermiculita --> Parabiotita -->

Interestratificado IMV

regular mica Caolinita

vermiculita (IMV)

Parabiotita

-->IMV -->Gibbsita

Caolinita

Feldspato -->Mica -->Caolinita -->Gibbsita

Feldspato -->Caolinita -->Gibbsita.

.Clima temperado e úmido (região sul)

Biotita -->Parabiotita -->IMV

Vermiculita Caolinita

Feldspato -->Mica

Feldspato -->Caolinita

c - sobre as arenas graníticas do Brasil, desenvolvem-se quatro tipos de solos: podzólicos, cambissolos, regossolos e latossolos.

d - os podzólicos e os cambissolos, desenvolvem-se a partir da evolução "in situ" da arena. Já os regossolos e a maioria dos latossolos, tiveram como material de origem, uma arena granítica que sofreu um processo de retrabalhamento.

As rochas graníticas, uma vez submetidas a

uma alteração superficial predominantemente hidrolítica, pode apresentar dois grandes "tipos de evolução" sendo que o primeiro, decorrente de uma hidrólise moderada, é a arenização e, é encontrada principalmente em regiões extratropicais, principalmente nas zonas temperadas, como também, nas zonas frias ou áridas. Já, o segundo tipo resulta de uma hidrólise mais intensa, sendo característica das regiões intertropicais e é denominada de alteração laterítica, conforme citou CERRI (1974).

A arenização é um fenômeno que se caracteriza pela desagregação total da rocha em seus constituintes originais, sendo de ocorrência comum e característica das regiões temperadas, porém é bastante raro nas regiões de clima tropical úmido, onde a agressividade dos agentes de intemperismo provoca acentuado rearranjo mineralógico e a neogênese em grande quantidade de minerais argilosos (CERRI - 1974).

2.3 - Solução do Solo

A solução do solo, segundo BRADY (1979), é apenas água do solo em que foram dissolvidos as formas iônicas dos nutrientes vegetais. Observa ainda, que nem sempre a solução do solo é contínua e tampouco se move livremente no solo, como também, é excessivamente mutável, variando tanto no volume, quanto na proporção e quantidade dos seus componentes solúveis.

Já, segundo Pearson (1971), citado por MALAVOLTA (1976), a solução do solo é definida como: "uma

solução de eletrólitos quase em equilíbrio que ocorre no solo em condições de não saturação de umidade.

Uma das importantes características da solução do solo, segundo BRADY (1983), citado por BULL (1988), é a sua reação, pois os microorganismos e os vegetais superiores são demasiadamente sensíveis aos seus ambientes químicos. Assim sendo, há muito tempo se concede realce à reação do solo e aos fatores a ela associados.

Por sua vez, MALAVOLTA (1976), apresenta as principais características do conceito de solução do solo, como sendo:

1 - constitui uma parte maior do fator de intensidade no fornecimento de nutrientes para as plantas;

2 - é o meio para a maioria dos processos químicos e biológicos que ocorrem no solo;

3 - é o meio principal para o movimento de materiais no solo.

MALAVOLTA (1976) e REICHARDT (1985) salientam que a solução do solo possui composição variável devido à uma série de processos dinâmicos entre as fases sólida e líquida do solo, absorção de nutrientes pelas raízes e seu subsequente transporte para a parte aérea das plantas. BRADY (1979) observa também que a solução do solo apresenta quantidades pequenas porém significativas de sais em solução, sendo que, muitos deles são essenciais ao desenvolvimento vegetal. Salientam também, que ocorre troca de nutrientes entre os sólidos e a solução do solo e, por

outro lado, entre a solução do solo e as plantas. A concentração de sais solúveis na solução do solo aumenta na medida em que se diminui por evaporação, o teor de água no solo. Num solo de região úmida pode ocorrer concentrações variáveis na solução do solo, de algumas partes por milhão até 30.000 partes por milhão.

A concentração das soluções variam em função das modificações dos fatores do meio, principalmente pelas modificações sazonais do microclima (alternância de umedecimento e dessecação). O enriquecimento das soluções do solo em cátions dissolvidos podem intervir, seja de modo natural, pela alteração dos minerais, ou pela decomposição da liteira liberando as bases, seja artificialmente, pela adubação mineral: neste caso, o equilíbrio é modificado pela troca de uma parte dos íons introduzidos com alguns dos íons retidos pelo complexo de absorção. De maneira inversa, as soluções do solo se empobrecem constantemente pela absorção das raízes ou pela lessivagem dos íons mais móveis: nesta condição o equilíbrio se desloca no sentido de uma desabsorção parcial desses mesmos íons (DUCHAUFOR - 1968).

A composição química das águas, segundo TARDY (1969), acusa as variações climáticas e reflete a dinâmica sazonal no momento das amostragens. Assim, seus estudos, permitem distinguir a evolução atual das alterações em que às vezes, o conhecimento dos minerais argilosos isoladamente não é suficiente para tais estudos. Ainda TARDY (1969), evidencia a necessidade imediata de um

inventário das águas amostradas nas mais diversas regiões cristalinas em diferentes latitudes, o que permitirá medir a influência dos climas sobre o comportamento dos principais íons.

REICHARDT et alii (1977), afirmam que um dos problemas abordados há muito tempo por pesquisadores interessados na ciência do solo, se refere ao problema da extração e determinação da concentração ou atividade de íons, nutrientes ou quaisquer substâncias na solução do solo, mas em função da complexidade do sistema solo - solução do solo, nenhum resultado satisfatório foi apresentado até hoje. Um dos métodos mais utilizados consta da agitação de uma quantidade pré-determinada de solo com uma solução extratora, em dada proporção e por determinado tempo. Este método tem merecido muitas críticas, porque envolve a completa destruição do arranjo estrutural natural do sistema poroso solo-solução do solo. Outro método mais recente em que a solução do solo é extraída através do vácuo aplicado à uma cápsula de cerâmica instalada no solo em determinada profundidade apresenta uma série de vantagens principalmente nos estudos que envolvem o Cl^- e o NO_3^- que são íons relativamente "livres" na solução do solo.

2.4 - Aspectos termodinâmicos e os tipos geoquímicos da alteração.

Segundo MEDINA (1972), a importância da

água no solo começa a se evidenciar desde a origem do solo, considerando que a mesma constitui num dos mais ativos agentes de destruição e desagregação das rochas e seus minerais.

Segundo TARDY (1969) a água que circula nos perfis, transporta os íons liberados pela hidrólise dos cristais em via de alteração. Assim, as condições do meio são todas definidas pela concentração das soluções comandando desta maneira a intensidade da hidrólise dos minerais primários e proporcionando ao mesmo tempo que os íons liberados sejam engajados nas transformações ou nas neoformações dos minerais secundários. Em cada caso particular, tende-se a um equilíbrio que deve definir entre mineral primário, mineral secundário e solução.

Com relação aos tipos de evolução do intemperismo e pedogênese pode-se afirmar que a composição química e mineralógica dos horizontes superficiais varia de acordo com as regiões geográficas do globo, mesmo quando a alteração se desenvolve a partir de um mesmo tipo de rocha. Tais fatos foram constados a partir dos estudos de VINOGRADOV (1956) e VOLOBUEV (1962), todos citados por PEDRO (1969), os quais avaliaram a composição média do SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 dos diferentes tipos de solos (correspondente a uma espessura de um metro) e compararam sistematicamente ao teor determinado por CLARKES (1924) (também citado por PEDRO (1969)) para o conjunto das rochas eruptivas: $\text{SiO}_2 = 59,09\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,35\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,29\%$; $K_i = \text{SiO}_2 \text{ total} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 6,6$; $K_i = \text{SiO}_2 \text{ combinada} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 5,2$.

Desta maneira, PEDRO (1969) salienta que tais estudos permitiram colocar em nítida evidência, dois grandes tipos de evolução os quais seriam:

a) nas zonas frias boreais, onde há dominância dos podzóis, o índice K_i = relação molecular entre SiO_2 e Al_2O_3 dos horizontes superficiais é sempre superior ao valor que caracteriza a rocha matriz, isto porque, a alteração conduz a um enriquecimento desses horizontes em sílica.

b) em outras zonas, o índice K_i do solo é inferior ao valor do mesmo índice na rocha matriz, isto porque, a alteração conduz a um empobrecimento dos seus solos em SiO_2 e, quanto mais se aproxima da zona tropical, maior é o empobrecimento, podendo em certos casos ser bem pronunciado, como é o caso da formação dos bauxitos.

3. MATERIAL E MÉTODOS.

3.1 - Meio físico.

3.1.1 - Localização da área.

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir das análises física, química e mineralógica de amostras de solo, areia e rocha coletadas em duas topossequências de solos que se desenvolvem sobre um maciço granítico da formação Teles Pires - Grupo Uatumã, segundo o mapeamento realizado pelo RADAMBRASIL - 1980. A área localiza-se no município de Terra Nova do Norte no Estado de Mato Grosso, na margem direita e no quilômetro 660 da rodovia BR - 163 no sentido Cuiabá - Santarém. Mais precisamente a área apresenta as seguintes coordenadas: 55º53'00" de Longitude O. Gr. e 10º20'00" de Latitude Sul, tendo a sua esquerda o Rio Teles Pires e ao Norte o Rio Peixoto de Azevedo, respectivamente à 85 e 40 quilômetros de distância (Figura 01).

A área encontra-se sob o domínio da Floresta Amazônica e se mantém ainda intacta com sua mata virgem, sem qualquer ação antrópica que descaracterize as condições naturais dos seus solos, mantendo assim, suas verdadeiras características físicas e químicas.

Trata-se ainda de uma área que apresenta um maciço de rocha granítica bastante homogêneo com dominância de minerais com granulação grosseira e sem indícios visíveis de metamorfismos a exemplo do que

Figura 01 - Mapa de localização da área de estudo e a distribuição espacial do granito Teles Pires.

ocorre com o maciço granítico de São Vicente localizado na Serra de São Vicente a Sudeste de Cuiabá-MT.

A opção por esta área para o fim deste estudo desenvolvido se deve à ocorrência deste maciço de rocha granítica porque normalmente o granito apresenta vantagens sobre outras rochas em função de alguns aspectos de relevância, as quais seriam, segundo CERRI (1974):

i - as rochas graníticas além de cobrir cerca de 20% da superfície das terras emersas do globo, acham-se homogeneamente distribuídas por todas as zonas climáticas do mundo, o que permite interessantes pesquisas e correlações;

ii - certas características intrínsecas dos granitos favorecem a observação dos fenômenos de alteração, tais como a textura grosseira e a existência de minerais com diferentes graus de alterabilidade.

3.1.2 - Clima.

O domínio climático regional é do tipo Am - Clima Equatorial Quente Úmido (figura 02), com um pequeno período seco e chuvas com índices inferiores a 60mm no mês mais seco (PROJETO RADAMBRASIL - 1980).

A pluviosidade média anual segundo PROJETO RADAMBRASIL (1980) é elevada na região, estando limitada pelas isoietas de 2400mm e 2300mm (figura 03) e apresenta os maiores índices pluviométricos no período de outubro a abril enquanto que no período de maio a agosto, a

Figura 02 - Tipos de clima segundo a classificação de Koppen, Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

Figura 03 - Distribuição da precipitação total média anual (mm), Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

pluviosidade é bastante reduzida.

Considerando a indisponibilidade de dados meteorológicos específicos da área estudada e mesmo do município de Terra Nova do Norte em virtude de não possuir nenhuma estação meteorológica até o presente momento, foi necessário portanto, analisar dados meteorológicos coletados pelas estações das regiões mais próximas deste município que são a de Cachimbo - MT e de Vera - Gleba Celeste - MT, para que fosse possível realizar as extrapolações necessárias à área estudada.

Assim, a partir dos dados médios mensais de precipitação, observa-se que na região de Cachimbo - MT, as chuvas iniciam-se em setembro com 139mm, aumentando gradativamente até novembro com 314mm e diminuindo um pouco em dezembro. Cresce novamente a partir de janeiro até atingir o índice máximo no mês de março com 373mm, que é o mês mais chuvoso. Na região de Vera - Gleba Celeste - MT, as chuvas iniciam em outubro com 177mm e aumentam gradativamente até dezembro com 383mm, diminuindo um pouco em janeiro. Em fevereiro atinge o índice máximo com 410mm que é o mês mais chuvoso.

O balanço hídrico realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1980); (Tabelas 01 e 02 e Figura 04), utilizando os dados meteorológicos coletados pelas estações retromencionadas, possibilita a detecção de uma deficiência hídrica no solo durante três meses consecutivos, ou seja, de junho a agosto, totalizando 219mm para a região de

Tabela 01. Balanco hidrico da estacao de Cachimbo - MT
segundo Thornthwaite & Mather (1955).

MESES	Textura do solo		Media	
	MM	Profundidade/RH	120cm/100mm	
	Precip.	E.P./MM	Def.	Exc.
JANEIRO	315	113	0	202
FEVEREIRO	337	93	0	244
MARCO	373	110	0	263
ABRIL	250	103	0	147
MAIO	81	115	0	0
JUNHO	9	101	26	0
JULHO	13	105	92	0
AGOSTO	21	122	101	0
SETEMBRO	139	114	0	0
OUTUBRO	238	111	0	52
NOVEMBRO	314	109	0	205
DEZEMBRO	290	114	0	176
ANO	2.380	1.310	219	1.319

FONTE: Projeto RADAMBRASIL - Vol.20 - 1980

Tabela 02. Balanco hidrico da Estacao de Vera-Gleba Celeste-MT
segundo Thornthwaite & Mather (1955).

MESES	Textura do solo		Media	
	MM	Profundidade/RH	120cm/100mm	
	Precip.	E.P.	Def.	Exc.
JANEIRO	260	109	0	152
FEVEREIRO	410	111	0	299
MARCO	273	104	0	169
ABRIL	112	99	0	0
MAIO	40	96	0	0
JUNHO	43	74	0	0
JULHO	2	68	57	0
AGOSTO	7	94	87	0
SETEMBRO	40	105	65	0
OUTUBRO	177	111	0	0
NOVEMBRO	317	105	0	178
DEZEMBRO	383	110	0	273
ANO	2.064	1.184	209	1.071

FONTE: Projeto RADAMBRASIL - Vol.20 - 1980

Figura 04 - Ritmo mensal do balanço hídrico da estação meteorológica de

Vera - Gleba Celeste - MT e de Cachimbo - MT, segundo Thornthwaite e Mather - 1955.

Cachimbo - MT (Figura 04 e Tabela 02) e nos meses de julho a setembro, totalizando 209mm para a região de Vera - Gleba Celeste - MT (Figura 04 e Tabela 01) e que em ambas as regiões, esta deficiência é mais acentuada no transcorrer do mês de agosto, atingindo 101mm e 87mm respectivamente. Por outro lado, na região de Cachimbo - MT, o excedente hídrico que é de 1319mm (Tabela 02 e Figura 04) inicia no mês de outubro com 52mm e aumenta gradativamente até um pico no mês de março com 263mm e declina em abril até atingir valores nulos no período de maio a setembro. Já na região de Vera - Gleba Celeste - MT, o excedente hídrico que é de 1.071mm (Tabela 01 e Figura 04), se verifica somente a partir do mês de novembro com 178mm, continua até março com 169mm e a partir daí perduram valores nulos em todo o período de abril a outubro.

Com relação à temperatura, a média anual é de 24°C (Figura 05) e a média do mês mais frio é superior a 15°C (PROJETO RADAMBRASIL - 1980).

Já segundo NIMER (1979), o clima quente dominante na região Norte, com temperatura que varia de 24 a 26°C é consequente da sua extensa planura situada próximo ao nível do mar, e cortada de um extremo a outro pelo paralelo do Equador. Esse mesmo autor cita ainda que, somente restritas áreas do sudoeste da Região Norte e áreas reservas da fronteira setentrional e da Chapada dos Parecis em Rondônia, possuem temperatura média anual inferior a 24°C, devido à maior participação de massa polar e pela altitude bem acima da planura regional.

Figura 05 - Distribuição espacial das temperaturas médias anuais (°C)

Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

Figura 06 - índice de umidade de Thornthwaite

Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

A umidade relativa do ar na região é bastante elevada, pois a mesma atinge valores de até 90% (Figura 06).

Os ventos leste predominam o ano todo, mas na estação chuvosa que inicia em setembro e perdura até março, os ventos passam a N e NE com predomínio da massa de ar Equatorial Continental e na estação do inverno, os ventos passam de SE a ESE em consequência da entrada de ar polar (PROJETO RADAMBRASIL - 1980).

3.1.3 - Vegetação.

A área em foco encontra-se no domínio da "Floresta Ombrófila Aberta Tropical" e compõe a unidade de mapeamento denominada "floresta submontana com cipós", segundo o mapeamento realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1980). Ocorre preferencialmente nas depressões, mas ocupa também as encostas das elevações rochosas, principalmente nas cristas quartzíticas e é tipicamente caracterizada pelo envolvimento das árvores, por lianas lenhosas. Como espécies arbóreas, destacam-se algumas espécies tais como: *Apuleia molaris* (amarelão), *Bagassa guianensis* (tatajuba), *Astronium gracilis* (aroeira), *Bertholletia excelsa* (castanheira), talvez as únicas árvores que aí apresentam uma regeneração numerosa. As outras espécies com regeneração que aí ocorrem são as palmeiras.

Considerando ainda o mapeamento realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1980) (Figura 07) é registrada

LEGENDA

- Asc FLORESTA SUBMONTANA COM CIPÓS
- Sd CONTATO SAVANA/FLORESTA ESTACIONAL
- Dsc FLORESTA SUBMONTANA DOSSEL EMERGENTE
- Fsc FLORESTA SEMIDECIDUAL SUBMONTANA DOSSEL EMERGENTE.
- Ap AGROPECUÁRIA; PASTAGENS

ESCALA = 1:1.000.000

0 10 20 30Km

FONTE: MAPA FITOGEOGRÁFICO
PROJETO RADAMBRASIL
1.980

Figura 07 - Mapa da cobertura vegetal da região estudada

Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

também, próxima a área estudada um domínio menor de vegetação denominada "áreas de tensão ecológica". Este tipo de formação vegetal que ocorre nas áreas de transição climática (muitas vezes coincidentes com o contato de duas formações geológicas diferentes) aparece em faixas entre as classes de formação que se contatam e onde se constata uma mistura de espécies vegetais. Além do fator climático e litológico existe também o fator pedológico que contribui para a formação dessas áreas de tensão.

3.1.4 - Geologia e Petrologia.

O embasamento rochoso da área estudada é constituída por um maciço granítico de dimensões batólitas que se expõe a poucos quilômetros da sede do município de Terra Nova do Norte - MT. Este maciço granítico encontra-se regularmente recoberto por um manto de intemperismo, apresentando na sua superfície, um solo jovem pois apresenta ainda, quantidades apreciáveis de minerais intemperizáveis e a pouca profundidade encontra-se frequentemente a arena. Esporadicamente ocorrem afloramentos em matacões de forma e tamanho variados.

Segundo o mapeamento realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1980), este granito pertence ao grupo Uatumã e é classificado como Granito Teles Pires (Figura 08) que é constituído por granitos, granófiros, microgranitos, com tendência alasquítica, subvulcânicas, cratogênicos, exibindo frequentemente feição circular; às

LEGENDA

pErt GRANITO TELES PIRES

pEx COMPLEXO XINGU

pEid FORMAÇÃO IRIRI

pEd FORMAÇÃO DARDANELOS

pEb GRUPO BENEFICIENTE

To FORMAÇÃO ARAGUAIA

ESCALA : 1:1.000.000

0 10 20 30 Km

FONTE: PROJETO RADAMBRASIL
1980

Figura 08 - Mapa geológico da região estudada

Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

vezes com textura rapakivi e exibe manifestação magnética intrusiva, correspondente ao vulcanismo subsequente da consolidação cratônica.

Essas rochas intrusivas estão expostas em cortes de estrada ao longo da rodovia BR-163 (Cuiabá - Santarém) entre os marcos 629 Km e 645 Km e entre o marco 730 Km e o rio Braço Sul, marco 741 na borda sul da Serra do Cachimbo (PROJETO RADAMBRASIL - 1980). Ocorrem também no leito do rio Teles Pires, associado as efusivas da formação Irirí no trecho entre as desembocaduras dos rios Apiacá e Paranaíta, sendo que na cachoeira das Sete Quedas, no rio Teles Pires, estes litotipos estão melhor representados (PROJETO RADAMBRASIL - 1980).

Acredita-se que a extensão desse granito subvulcânico ultrapasse em muito a área delimitada pelo mapeamento realizado, porque as verificações de campo revelaram, segundo PROJETO RADAMBRASIL - 1980, a existência de dezenas de corpos graníticos subvulcânicos sem grande destaque nos mosaicos de radar ou fotos infravermelho, tendo em vista que a eficiência da ação erosiva dificulta frequentemente a visualização das estruturas quase sempre circulares característicos desses corpos intrusivos, através das imagens retromencionadas.

As análises radiométricas pelo método Rb/Sr, de várias amostras selecionadas de granitos intrusivos subvulcânicos Teles Pires, revelam a idade em torno de 1.548 ± 28 M.A. (PROJETO RADAMBRASIL - 1980).

Através das análises petrográficas em

seções delgadas de várias amostras do granito Teles Pires, foi possível visualizar as seguintes variações composicionais e texturais segundo o PROJETO RADAMBRASIL (1980):

I - Granito: apresenta textura hipidiomórfica composto de ortoclásio pertítico, quartzo, plagioclásio, biotita, calcita, titanita e opacos.

- o ortoclásio pertítico nas formas subédrica e anédrica, microfraturado, às vezes, com intercrescimento mirmequítico e inclusões de quartzo;

- o quartzo de formas hipidiomórfica e xenomórfica, microfraturado, extinção ondulante, às vezes corroído, ocorre tanto em cristais bem desenvolvidos como intercrescido com feldspato;

- o plagioclásio em prismas subédricos, microfraturados, com macla de albita e alterado a sericita, argilo-minerais e epídoto;

- a biotita em placas de até 2mm, pleocroismo marrom, transformada em clorita e opacos;

- principais acessórios são representados por titanita, fluorita e epídoto.

II - Granito pórfiro e microgranito: de textura porfirítica e microcristalina, compõem-se essencialmente de quartzo, ortoclásio pertítico e plagioclásio; minerais acessórios: titanita, fluorita, zircão, apatita e epídoto; minerais secundários: clorita, epídoto, argilo-minerais, sericita e carbonato;

- o ortoclásio pertítico de formas enédrica a anédrica, intercrescimento formando filmes e cunhas, reação com quartzo nas bordas, contém relictos de plagioclásio, altera-se parcialmente a sericita e argilo-minerais;

- o quartzo: em fenocristais e na matriz, os fenocristais com formas anédricas e subédricas, bordas corroídas, extinção ondulante;

- o plagioclásio: em prismas, formas idiomórficas a subidiomórficas e macla de albita/periclina, inclusões de quartzo, alterado predominantemente a argilo-minerais, sericita e em menor quantidade a epídoto, alguns cristais de apatita inclusos;

- a microclina: às vezes pertítica, ocorre como mineral secundário, macla de albita/periclina, alterada geralmente a argilo-minerais e raramente a sericita, apresenta relictos de plagioclásio e inclusão de quartzo;

- a biotita: parcialmente cloritizada, com placas bem desenvolvidas, pleocroísmo marrom-escuro, inclusões de epídoto, zircão e opacos;

- a hornblenda: alterada parcialmente a clorita e opacos, prismas bem formados, inclusão de quartzo, zircão, apatita e opacos; juntamente com a biotita constituem os principais máficos dessas rochas;

- a titanita é um dos principais acessórios com formas xenomórficas e idiomórficas, alterado a minerais opacos;

- a apatita: ocorre como prismas alongados inclusos nos feldspatos, nos máficos e na matriz, juntamente com o quartzo e feldspato;

- o carbonato (calcita) e fluorita: ocorrem com pequenos cristais formando agregados com os máficos e opacos .

III - Granófiros e granitos gráficos: a composição mais comum é a granítica, sendo composta essencialmente por quartzo e ortoclásio, este muitas vezes peritítica, com plagioclásio subordinado; quartzo e ortoclásio ocorrem tanto como fenocristais quanto na matriz; os cristais maiores de alcali-feldspato acham-se com frequência reabsorvidos nas bordas pela matriz e estão sempre argilizados com ou sem impregnação de óxido de ferro;

- os plagioclásios transformam-se em sericita e epídoto; o plagioclásio é bem mais abundante que o ortoclásio, formando a grande maioria dos fenocristais e o quartzo restringe-se à matriz;

- os máficos são raros, resumindo-se a lamelas esparsas de biotita, parcial ou totalmente cloritizados, e alguns acessórios (epídoto, esfeno, opacos e zircão);

- os granófiros apresentam efeitos cataclásticos denunciados pelo encurvamento das lamelas de geminação dos feldspatos, microfraturamento e extinção ondulante do quartzo.

3.1.5 - Geomorfologia.

A área estudada corresponde a uma superfície intrusiva disposta na "Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional" e muito próximo à extensa unidade geomorfológica que é a do "Planalto dos Parecis" (Figura 09). Tal superfície é caracterizada por formas aguçadas ou convexas, as quais apresentam desnível considerável em relação ao piso da depressão.

Sua litologia corresponde ao granito intrusivo do pré-cambriano superior, denominado de Granito Teles Pires, o qual foi originado em função do vulcanismo subsequente à consolidação cratônica (RADAMBRASIL - 1980).

Ao norte dessa superfície, observa-se a continuidade da "Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional" até se confinar entre as Serras e Chapadas do Cachimbo e a conexão com a "Serra Formosa" (RADAMBRASIL-1980). De uma maneira mais ampla e contínua, observa-se que essa depressão se estende na direção oeste-noroeste, bem além do rio Juruena. Ainda, segundo RADAMBRASIL (1980), essa depressão consiste numa extensa superfície rebaixada, dissecada em formas predominantemente convexas, com altimetria que variam de 200 a 300 metros e drenagem organizada segundo padrão dendrítico e abrange quase totalmente litologias pré-cambrianas do "Complexo Xingú", com excessão da parte norte, onde se encontra rochas sedimentares também pré-cambrianas do "Grupo Beneficiente". Os solos que predominam são os Podzólicos Vermelhos distróficos e

LEGENDA

- t PLANALTO DOS PARECIS
- Et SUPERFÍCIE EROSIVA TABULAR LIMITADA POR ESCARPAS EROSIVAS
- Ep SUPERFÍCIE PEDIPLANADA
- c DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA DA AMAZÔNIA MERIDIONAL
- Apf PLANÍCIE ALUVIAL
- a DISSECAÇÃO EM FORMAS AGUÇADAS

ESCALA = 1:1.000.000

FONTE: PROJETO RADAMBRASIL
1.980

Figura 09 - Mapa geomorfológico da região estudada

Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

Latossolos Vermelho-Amarelos.

Já ao Sul da área estudada, encontra-se uma outra extensa unidade geomorfológica denominada de "Planalto dos Parecis" que é relativamente homogêneo, com altimetrias que variam de 400 a 350 metros de leste para oeste. Essa pequena diferenciação no grau de intensidade da dissecação, corresponde a uma diversificação litológica que induz a divisão do planalto, em duas secções, sendo que o Rio Teles Pires funciona como um eixo divisor (RADAMBRASIL - 1980), tendo a leste, rochas vulcânicas da formação Irirí e a oeste, os sedimentos pré-cambrianos da formação Dardanelos.

3.1.6 - Solos.

São três os grandes grupos de solos que ocorrem na região de Terra Nova do Norte, segundo o mapeamento de solos realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1980): 1) - Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico; 2) - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; 3) - Solos Concrecionários distróficos (Figura 10). São apresentadas a seguir, um resumo das suas principais características:

1) Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico - apresenta horizonte B textural, não hidromórfico, com atividade de argila e saturação de bases baixas, moderadamente a bem drenados, profundidade variável.

Horizonte A - com 10 e 40 cm, cores nas matizes 10YR e 7,5YR (bruno), textura franco-arenosa a

LEGENDA

PVd PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO

SCd SOLOS CONCRECIONÁRIOS DISTRÓFICOS

Rd SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS

LVa LATOSSOLO VERMELHO - AMARELO ÁLICO

LVd LATOSSOLO VERMELHO - AMARELO DISTRÓFICO

HGPd GLEI POUCO HÚMIDO DISTRÓFICO

ESCALA = 1:1.000.000

0 10 20 30 Km

FONTE: PROJETO RADAMBRASIL
1980

Figura 10 - Mapa de solos da região estudada

Fonte: Projeto RADAMBRASIL - 1980.

franco-argilo-arenosa, estrutura com fraco desenvolvimento, consistência friável a muito friável, não plástico a plástico e não pegajoso a pegajoso, transição gradual.

Horizonte B - profundidade variável, cores geralmente bruno-avermelhadas (5YR e 7,5YR), às vezes, vermelha a vermelha-escura (3,5YR e 10R), textura franco-argilo-arenosa a argila pesada e muito variável em profundidade, estrutura em blocos subangulares, pequenos e médios, muito fraca, consistência friável, plástico e pegajoso, alto grau de floculação (>95%), baixa relação silte-argila.

São solos com teor de carbono < 2%, Al trocável sempre < 2meq/100g, saturação com Al < 60%, soma de bases muito baixa, geralmente < 1meq/100g, saturação de bases sempre < 50%.

Ocorrem desde relevo plano até forte ondulado, associados mais frequentemente às rochas do complexo Xingu e são classificados pela "Soil Taxonomy" como Orthoxic Tropudult, Orthoxic e Rodic Palehumult, Typic e Petroferric Paleudult, e Orthoxic Rhodudult.

Esse grande grupo, incorpora nas suas unidades de mapeamento, unidades menores de latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, Solos Concrecionários distróficos e solos Litólicos distróficos.

2) Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico: apresenta horizonte B latossólico, não hidromórfico,

assemelhando-se aos Latossolos Vermelho-Escuro em suas características morfológicas, físicas e químicas, sendo no entanto de coloração menos avermelhada em função dos menores teores de óxidos de Fe.

Horizonte A com 35cm de profundidade média, subdividida em A1 e A3, epipedon ócrico, A moderado, cores 5YR e 7,5YR (bruno-avermelhada, vermelho-amarelada e bruno forte), textura franco-arenosa para os de textura média e nos argilosos é argila, estrutura granular pequena e fraca, consistência geralmente friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Horizonte B com cores 5YR e 2,5YR (vermelho-amarelada, vermelha e amarelo-avermelhada), predominando textura franco-argilo-arenosa e franco-arenosa para os de textura média e argila a argila pesada para os argilosos, estrutura em bloco maciço muito poroso, consistência muito friável a firme, ligeiramente plástico a muito plástico, ligeiramente pegajoso a muito pegajoso, transições difusas entre subhorizontes.

A saturação de bases é sempre inferior a 50%, saturação com Al variando de 0 a 80%, soma de bases é sempre inferior a 2meq/100g, apresenta baixa relação textural, evidenciando uma distribuição uniforme das argilas ao longo do perfil e quase totalmente floculadas, a CTC é mais elevada na parte superficial; a baixa saturação de bases e soma de bases trocáveis, evidencia solos intensamente meteorizados.

No sistema americano de classificação

"Soil Taxonomy", os latossolos do platô superior do Planalto dos Parecis se correlacionam aos Typic e Haplic Acrusthox enquanto que os das áreas dissecadas em superfícies mais recentes se correlacionam aos Ultic e Quartzipsammentic Haplusthox.

Esse grande grupo de solo incorpora nas suas unidades de mapeamento, pequenas ocorrências de podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, Solos concrecionários distróficos.

3) Solos Concrecionários distróficos - ou Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados distróficos, são raros, com dominância de frações grosseiras, principalmente cascalho, este ferruginoso e quase totalmente arredondado; pressupõe-se que este solo seja produto residual de desagregação das bancadas lateríticas que existiam na região; a cerosidade na face das concreções e o gradiente textural em alguns casos, condizem com o que se denomina horizonte B textural, juntamente com horizonte B latossólico mais comumente encontrada; a sequência de seus horizontes é Acn, Bcn, Ccn ou IIC.

Horizonte Acn pouco profundo, menos que 20cm, cores brunada, vermelho-amarelada e vermelha, textura argilosa, estrutura não discernível.

Parte inferior do solo: com espessura muito variável, com cores bruno-avermelhada e vermelha, com características físicas semelhantes as do horizonte

Acn.

São muito ácidos, pH em H₂O próximo a 4, saturação de Al trocável às vezes alta na superfície, valor "S" inferior a 15%, teor de óxido de Fe livre em torno de 5 a 8% e de acordo com o "Soil Taxonomy" se correlacionam aos Lithic Oxic Ustorthent e Petroferrie Paleustult.

3.2 - Material.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foram coletados no transcorrer do trabalho de campo, amostras dos seguintes materiais:

- .liteira
- .solo - (deformado e indeformado)
- .arena - (deformada e indeformada)
- .rocha
- .água da fonte

3.3 - Métodos de campo.

3.3.1 - Coleta da liteira.

A coleta das amostras da liteira foi realizada em três áreas de 1 metro quadrado, ao longo da topossequência, objetivando a sua quantificação através de suas pesagens. As amostras da liteira foram coletadas separadamente em duas frações, sendo que a primeira fração consta de folhas, galhos e cascas de vegetação ainda não decompostos e a segunda fração é composta por resíduos vegetais já decompostos e não identificáveis.

3.3.2 - Coleta de solo e arena.

As amostras de solos foram coletadas nas paredes de três trincheiras abertas ao longo da topossequência. Os solos foram caracterizados pelas siglas NA1, NA2 e NA3 no sentido descendente da encosta (Figura 14). As amostras das arenas foram coletadas separadamente, mas a exemplo das amostras de solos, foram todos submetidos às mesmas análises física-química-mineralógica. As amostras, tanto do solo como das arenas, consistiram de:

a) amostras indeformadas: destinadas às análises da densidade aparente e para o estudo micromorfológico após impregnação com resina e confecção das seções delgadas. Foram todas coletadas em caixinhas de plástico, etiquetadas e devidamente embaladas para o transporte até o laboratório;

b) amostras deformadas: destinadas as análises física-química-mineralógica, como também, para serem submetidas às prensagens, para a extração da solução do solo do perfil de alteração; todas essas amostras foram lacradas e identificadas logo após a coleta, para a manutenção da unidade atual de campo e assim possibilitar a extração da sua solução.

3.3.3 - Coleta das rochas.

No transcorrer da abertura dos perfis, foram amostrados aleatoriamente blocos de rochas, desde

as camadas de superfície até a base da trincheira. As amostras foram identificadas e a profundidade de seus respectivos sítios também foi anotada. Foram coletadas também amostras de rocha intacta pertencentes aos afloramentos graníticos localizados na periferia dos perfis.

3.3.4 - Coleta da água da fonte.

Objetivando identificar e quantificar os componentes minerais presentes na água de uma fonte deste maciço granítico, foram coletadas amostras da água de uma fonte localizada no sopé da encosta e distante aproximadamente 500 metros das topossequências dos perfis estudados.

3.4 - Métodos de laboratório.

3.4.1 - Extração da solução do solo.

A extração da solução do solo das amostras de solo, como também das arenas, foi realizado conforme procedimento descrito por HIGA (1987) e utilizando um cilindro de compressão especialmente fabricado para esta pesquisa (Figura 11). A força de compressão é aplicada através de uma prensa hidráulica comum.

Em função das dimensões do cilindro de compressão e da capacidade máxima de prensa utilizada, foi empregada uma pressão que pode ser assim demonstrada matematicamente:

Figura 11 - Esquema do cilindro de compressão fabricado para a extração da solução do solo.

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

A área (S) interna do cilindro de compressão é: $S = \pi \cdot R^2$; sendo R o raio do cilindro, que é igual a 3,5cm, temos portanto:

$$S = 3,14 \times (3,5 \text{ cm})^2$$

$$S = 94,985 \text{ cm}^2$$

Sendo a força (F) máxima empregada igual a 15.000 KgF, temos:

$$\text{Pressão} = \frac{15.000 \text{ KgF}}{94,985 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Pressão} = 157,92 \text{ KgF/cm}^2$$

Portanto a pressão máxima aplicada no processo da extração da solução de intemperismo das amostras de solo e arena foi de 157,92 KgF/cm². A aplicação desta pressão foi realizada gradativamente, utilizando uma força de 3.000 KgF de cada vez e em intervalo de tempo de 30 minutos.

Segundo os autores KRYUKOV (1947), SHILOVA & KOROVDINA (1962), KAURICHEV et alii (1963, 1969) D'YAKONOVA (1964), todos citados por BONNEAU & SOUCHIER (1979), as pressões necessárias para extrair a maior parte das águas capilares do solo são da ordem de 150 a 181 Kgf/cm². Deve-se ressaltar portanto, que a pressão máxima de 157,92 Kgf/cm², aplicada no presente método, possibilitou a extração da maior parte das águas retidas nos poros capilares do solo em questão.

A solução que escoou da amostra prensada é recolhida na base coletora do cilindro com o auxílio de uma seringa. A solução assim extraída é submetida a um processo de purificação antes de ser analisada quimicamente. Este processo de purificação, consistiu de uma centrifugação branda, ou seja, de 750 RPM durante 3 minutos, para a eliminação de partículas grosseiras que são incorporadas à solução do solo na fase da sua extração.

Para fins de padronização e correlação dos resultados analíticos, utilizou-se a quantidade de 1 Kg de solo ou arena em cada extração. Foi necessário portanto, realizar em média, 3 extrações para cada amostra de solo ou arena.

3.4.2 - Análises físicas do solo e da arena.

. Umidade atual - A umidade atual foi determinada, utilizando amostras de solo e de arena com estrutura deformada. A amostra foi pesada e transferida para a estufa a 110°C por um período de 24 horas ou até se obter um peso constante. Após este procedimento, a amostra foi colocada numa câmara dessecadora e em seguida foi pesada. Assim a umidade foi calculada segundo a expressão:

$$\% \text{ umidade} = 100 (\text{peso da amostra úmida} - \text{peso da amostra seca a } 110^{\circ}\text{C}) / \text{peso da amostra seca a } 110^{\circ}\text{C}.$$

. Análise granulométrica - Inicialmente procedeu-se a separação da fração maior que 2mm de diâmetro de outra fração menor que 2mm (terra fina) e determinou-se o percentual de cada fração. A análise granulométrica foi

realizada utilizando a fração terra fina, destruindo inicialmente a matéria orgânica com a adição de H₂O₂ e posteriormente a adição do hexametáfosfato de sódio como agente dispersante, seguida pela agitação em garrafas de Sthomnan colocadas no agitador vertical, por um período de 16 horas ininterruptas. Os procedimentos seguintes foram conduzidos segundo o método da pipeta, descrito no "manual de métodos de análise de solo" da EMBRAPA (1979).

. Argila dispersa em água - Na determinação da argila dispersa em água, utilizou-se unicamente água destilada como meio de dispersão. Para a amostragem adotou-se o mesmo método da pipeta utilizado na análise granulométrica.

. Grau de floculação - O grau de floculação foi calculado em função das percentagens de argila total e argila dispersa em água, utilizando a seguinte expressão (VETTORI - 1969):

$$\text{Grau de floculação} = (\text{argila total} - \text{argila dispersada em água}) / \text{argila total}.$$

. Densidade real - A densidade real foi determinada através do "método do picnômetro com água destilada, utilizando 5 gramas de "terra fina seca ao ar" e a aplicação de vácuo durante 24 horas para a remoção do ar da amostra. Os procedimentos seguintes foram determinar os valores de: (BLAKE, 1965):

$$P = \text{peso do picnômetro} + \text{água} \quad e$$

$$P_1 = \text{peso do picnômetro} + \text{água} + \text{solo}.$$

A densidade real foi obtida através da seguinte fórmula:

$$D_r = \frac{5}{(P+5)-P_1}$$

Densidade aparente - A densidade aparente foi determinada através do método do "torrão impermeabilizado com parafina". Foram utilizadas amostras indeformadas de solos e arena, cada uma pesando em média 50 gramas. A amostra foi amarrada com um fio de cobre já etiquetada e em seguida impermeabilizada através de 3 rápidas imersões em parafina fundida a 80°C. Após esfriar a parafina, a amostra foi pesada e em seguida pesada novamente porém, imersa em água. O procedimento seguinte foi a retirada da parafina da amostra para pesá-la úmida e seca na estufa a 110°C. Uma vez obtido todos os elementos para o cálculo da densidade aparente, utilizou-se a fórmula adotada para o método da parafina:

$$D.ap = \frac{(P_1 - (P_f + P_{et})) \times P_5}{\frac{P_2 - P_3}{a} - \frac{P_2 - P_1}{0,8}} \quad \text{onde}$$

P.f = peso do fio de cobre;

P.et = peso da etiqueta;

P₁ = peso do torrão + P.f + P.et;

P₂ = peso do torrão parafinado + P.f + P.et;

P₃ = peso do torrão parafinado + P.f + P.et, imerso em água;

P₄ = peso do torrão desparafinado;

P5 = peso do torrão seco a 110°C;

0,8 = densidade da parafina;

a = densidade da água.

. Porosidade - A porosidade foi determinada através do método indireto, utilizando a seguinte fórmula (EMBRAPA - 1979):

$$\text{Porosidade total} = 100 \left(\frac{\text{densidade real} - \text{densidade aparente}}{\text{densidade real}} \right)$$

. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica - Foi realizada nas amostras de solo que apresentam teores acima de 0,5% de carbono total. O procedimento adotado foi o de FELLER (1979) e constou inicialmente da dispersão das amostras agitando-as em água destilada, da aplicação do ultrassom, da separação em tamises de 0,05 e 0,2mm, da dosagem do carbono nas frações de 0-50, 50-200 e 200-2.000 por via seca, utilizando o equipamento CARMOGRAPH da seção de Química do solo do CENA.

3.4.3 - Análises químicas das amostras de solo e arena.

. pH em água - Determinado pelo método potenciométrico na suspensão de 10g de amostra de solo TFSA em 25ml de água destilada com tempo de contato nunca inferior a 1 hora e agitação da suspensão antes de mergulhar os eletrodos para proceder a leitura.

. pH em KCl 1N - Determinado através do potenciômetro na suspensão de 10g de solo TFSA em 25ml de

cloreto de potássio 1N, pH7 adotando-se o mesmo procedimento para a determinação do pH em água.

. Δ pH - Calculado através da diferença entre os valores do pH em KCl 1N e pH em H₂O.

. Carbono total - O carbono total foi determinado por via seca através do equipamento CARMOGRAPH, tendo sido utilizado em média 300 miligramas de amostra de solo e arena moída e passada na peneira de malha 0,257mm.

. Nitrogênio total - Determinado pela digestão de 0,5g de amostra de solo TFSA, com 6ml de uma solução contendo ácido sulfúrico concentrado + água oxigenada + sulfato de lítio + selênio em pó. Após digestão durante 8 horas, procedeu-se a diluição para 75ml e em seguida procedeu-se a leitura no auto analisador de fluxo contínuo. Após a leitura dos gráficos procedeu-se o cálculo do teor de nitrogênio via computador.

. Fósforo assimilável - O fósforo assimilável foi determinado pelo método colorimétrico na presença do ácido ascórbico, utilizando como extrator a solução de HCl 0,05N e H₂SO₄ 0,025N.

. $\begin{matrix} 2+ & 2+ & + & + \\ \text{Ca} & , & \text{Mg} & , & \text{Na} & , & \text{K} \end{matrix}$ trocáveis - Foram extraídos pelo método do ácido clorídrico 0,05N e dosados por absorção atômica e fotometria de chama.

. Soma de bases - "S" - Foi obtida através $\begin{matrix} 2+ & 2+ & + & + \\ \text{Ca} & , & \text{Mg} & , & \text{Na} & & \text{K} \end{matrix}$ da soma dos teores de Ca , Mg , Na e K trocáveis.

. Acidez trocável - Extraída pelo método

do cloreto de potássio 1N e titulado com solução de NaOH 0,025N, utilizando como indicador a fenolftaleína.

. Al⁺³ trocável - Foi utilizado o mesmo extrato para a acidez trocável, acrescentando-o 4 ml de fluoreto de sódio e a sua titulação com HCl 0,025N.

. H³⁺ trocável - Calculado pela diferença entre os valores da acidez trocável (H³⁺ + Al³⁺) e do Al³⁺ trocável.

. Capacidade de troca de cátions - "CTC" - Foi calculada pela soma das bases trocáveis e acidez trocável.

. Saturação de bases - "V%" - Foi calculada através da fórmula: $V = 100S/CTC$.

3.4.4 - Análises químicas da solução do solo.

. pH - Foi determinado diretamente na solução do solo, utilizando o método potenciométrico com duas repetições na leitura.

. Teores de NO₃⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, Si⁺⁴, NH₄⁺, Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Mn⁺², Al⁺³, Fe⁺³, Zn⁺² e P⁺⁴ - Foram todos dosados no laboratório da seção de Radioquímica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, utilizando o espectrômetro de emissão atômica com plasma induzido de argônio e o espectrofotômetro de absorção atômica.

3.4.5 - Balanço iônico da solução do solo.

Objetivando realizar o balanço iônico da solução do solo, os teores em profundidade dos íons dosados, foram transformados de mg/l para μ mol/l e em seguida para μ eq./l. Após as transformações dos dados, foram realizados a soma dos ânions e cátions e a sua diferença quantitativa.

3.4.6 - Análise termodinâmica da solução do solo.

Foi realizado um estudo termodinâmico da solução do solo para analisar os equilíbrios dos minerais de neoformação, a partir dos valores de pH da solução e suas concentrações em SiO_2 , Na, K e Ca, utilizando modelos desenvolvidos por PEDRO (1969) e TARDY (1969).

3.4.7 - Análise mineralógica.

. Difração de raios-X

Foram analisadas as frações argila, e silte das amostras de solo e areia. Processou-se inicialmente a remoção da matéria orgânica das amostras superficiais, utilizando H_2O_2 a 30% segundo o procedimento de JACKSON (1969), seguida pela dispersão com NaOH, peneiragem úmida para separação da fração areia e a centrifugação para a separação da fração silte da argila. Após o fracionamento granulométrico, as três frações foram colocadas para secagem na estufa com temperatura inferior a 60°C , até que as frações silte e argila atingissem o estado pastoso para serem distribuídos em finas camadas

sobre lâminas de microscópio, com o auxílio de uma espátula.

Após a secagem em temperatura ambiente, as amostras foram submetidas à irradiação de raios-X no intervalo de 3 a 300 (2.0) utilizando um aparelho RIGAKU com tubo de cobre como fonte de radiação e operando nas seguintes condições: range = 100 - x8, TC = 1, scan-speed = 2, KV = 40 e MA = 20.

Nos difratogramas de raios-X obtidos, procedeu-se a medição dos espaçamentos entre os picos registrados em graus θ e a conversão para espaçamentos atômicos em Å utilizando a tabela padrão para radiação de cobre.

A identificação dos minerais presentes na fração argila e silte foi realizada através das comparações dos espaçamentos atômicos em Å^o registrados nos difratogramas com os valores das tabelas contendo o espaçamento padrão de difração dos minerais.

3.4.8 - Análise micromorfológica.

. Impregnação com resina e laminação: - Para a realização da análise micromorfológica, as amostras indeformadas de solo, arena e rocha parcialmente alterada foram todas submetidas às impregnações com resina plástica.

As amostras foram inicialmente lapidadas em formato e tamanho conveniente, preservando através das anotações de campo, a posição e a orientação das mesma no

campo, afim de que esses parâmetros de fundamental importância, fossem considerados nas análises micromorfológicas em seções delgadas confeccionadas a partir dessas amostras impregnadas.

O procedimento seguinte foi o acondicionamento das amostras em recipientes de vidro de 150ml e a secagem das mesmas em estufas com temperatura controlada nunca superior a 60°C e por um período de uma semana.

Em seguida, as amostras foram colocadas num dessecador e submetidas à impregnação, adicionando lentamente uma mistura contendo 350ml de resina POLILYTE T-208 + 150ml de monômero de estireno como dissolvente + 3 gotas de catalizador PEROXOL - G 10 (peróxido de metil-etil acetona) e a aplicação de vácuo equivalente a 15mm de Hg de pressão por um período de 5 minutos, para a eliminação total do ar das amostras.

Após inúmeras aplicações de vácuo e a imersão total das amostras na resina, finaliza-se a impregnação deixando em repouso por um período de três semanas para completar a polimerização e o endurecimento total de mistura e a partir daí, fez-se a fatiação e o polimento com o carborundum até se obter uma seção de aproximadamente 30 microns de espessura.

A análise e a descrição das seções delgadas foram realizadas de acordo com o método e nomenclatura estabelecidos por BREWER (1964) e BULLOCK et alii.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1 - Os materiais de partida.

Neste ítem serão apresentadas as principais características dos materiais de partida ou de transformação. Será considerado inicialmente a matéria mineral, que é uma rocha granítica, e posteriormente a matéria orgânica constituída pela biomassa aérea e a liteira.

4.1.1 - Material mineral: o granito.

O material mineral se apresenta na forma de um maciço granítico com alta densidade de matacões aflorantes, predominando formas arredondadas e de tamanho variado, porém a maioria com mais de 4 metros de diâmetro.

A superfície dos matacões, é predominantemente lisa, outros com fáceis cavernosas com esqueleto de quartzo. As fáceis cavernosas que se formam na superfície de alguns matacões são causadas pelo intemperismo que se processa nos minerais mais facilmente intemperizáveis que neste caso são os feldspatos e a biotita, permanecendo os minerais de quartzo.

Normalmente as fissuras dos matacões estão preenchidas pela matéria orgânica que pode ser produto consequente do desenvolvimento e morte de organismos que aí encontram um ambiente favorável ao seu estabelecimento, como também, pode ser matéria orgânica introduzida pela água pluviolixiviada do dossel florestal. Além das

fissuras, ocorrem com certa frequência capas de esfoliação dos matacões e sob essas capas há também a acumulação de matéria orgânica em quantidades variadas.

Este granito não apresentou variabilidade macroscópica quanto ao seu tipo, em todas as trincheiras abertas nas duas topossequências de solos. Apresenta uma estrutura equigranular grosseira com cristais de quartzo e feldspato bem desenvolvidos.

A análise microscópica da seção delgada desta rocha, permitiu identificar os seguintes minerais: quartzo, plagioclásio, microclina e a biotita.

O quartzo é o mineral dominante que aparece em grãos isolados. Em alguns casos, verifica-se a geminação devido ao agrupamento de vários grãos de quartzo, cada um com orientação ótica diferente. Em todas as seções delgadas analisadas não se observou a sua alteração, mas foram detectados alguns cristais fissurados e alguns deles, tem suas fissuras preenchidas com material importado, principalmente o óxido de ferro.

A microclina, que é outro mineral essencial que constitui este granito, é bastante abundante, ocorrendo às vezes na forma de grãos complexos juntamente com o quartzo, idêntica à geminação do plagioclásio e quartzo. Observa-se também a microclina com intrusão de plagioclásio zoneado e um pouco alterado apresentando a formação de sericita. Percebe-se nas seções delgadas da rocha que os cristais da microclina se mantêm

ainda intactos.

Os plagioclásios, apresentam diversos planos de clivagens, sendo alguns, perfeitamente paralelos. Observa-se que alguns minerais de plagioclásio estão parcialmente zoneados, outros com manchas escuras no centro do mineral, em consequência do início da sua alteração, em profundidade, para a sericita e epídoto, sendo este em menor proporção à da sericita.

A biotita também constitui outro mineral essencial deste granito, apesar da sua quantidade ser bem inferior em relação à dos feldspatos. Os minerais intactos apresentam coloração marrom escura, enquanto que os cristais em alteração apresentam coloração vermelha-amarelada.

4.1.1.1 - Gênese das arenas graníticas e suas transformações mineralógicas.

As arenas constituem uma feição típica do intemperismo de rochas graníticas em climas temperados, segundo COLLIER (1961), citado por MELFI & CERRI (1974), não sendo portanto, comum sua ocorrência em regiões tropicais, onde a intensidade dos agentes do intemperismo provoca fortes transformações mineralógicas dando origem a grande quantidade de minerais argilosos.

Nas arenas graníticas ainda se observa a estrutura do granito, pois a evolução química do material de origem é incipiente. Este fato contrasta com a

quase total desagregação e individualização dos minerais primários da rocha matriz (MELFI & CERRI, 1974).

Segundo MELFI & CERRI (1974), a formação das arenas graníticas está condicionada ao comportamento dos feldspatos no transcorrer do intemperismo, já que o quartzo mostra-se bastante estável nas condições superficiais, em função da sua elevada resistência ao intemperismo. Dependendo das condições termohídricas, a alteração dos feldspatos pode dar origem a uma grande variedade de produtos minerais secundários neoformados, fornecendo desta maneira, as principais características quanto ao tipo de material intemperizado.

Observa-se na arena granítica, que o quartzo continua a ser o mineral dominante e há uma tendência a se acumular progressivamente no perfil de alteração devido a alta estabilidade apresentada por seus cristais, mesmo frente à ação dos agentes de intemperismo presentes. Não se percebe modificações químicas nos cristais do quartzo, mas percebe-se sua desagregação física através do processo de fraturamento, tornando-os menores. O processo da fissuração também é evidente em alguns cristais do quartzo, favorecendo a importação de óxidos de ferro nessas fissuras.

Nas arenas o desaparecimento do plagioclásio é quase que total, aparecendo comumente seus pseudomorfos. Segundo MELFI & CERRI (1974) o plagioclásio é um dos minerais que apresenta menos resistência à ação do

intemperismo, consequentemente é um dos minerais responsáveis pelo alto teor de minerais secundários no material arenizado.

A alteração dos feldspatos inicia-se, segundo MELFI & CERRI (1974), a partir dos primeiros estágios do intemperismo do granito e a sua evolução pode ocorrer em duas direcções distintas. Uma, de ocorrência relativamente rara no perfil de alteração, proporciona a formação de pequenas quantidades de gibbsita, que se desenvolvem epitaxialmente sobre seus cristais e que em função da sua reduzida quantidade, as suas reflexões não são detectadas aos raios-X, mas são perfeitamente observáveis em secções delgadas. Outra evolução mais frequente é a alteração para minerais caoliníticos, através de uma fase amorfa, que é facilmente observável logo no início do intemperismo dos granitos. Assim os plagioclásios passam a exibir nas suas fraturas, um material de preenchimento isótropo com comportamento de material amorfo e com a progressão da alteração estes geles passam a ocupar um maior volume dos seus cristais evoluindo finalmente no sentido de permitirem no seu seio a formação de cristalitos de minerais do grupo da caolinita, perfeitamente caracterizados aos raios-X e ATD.

MELFI & CERRI (1974), salientam que na arena granítica, os plagioclásios podem ainda conservar sua forma característica porém, quimicamente e estruturalmente estão transformados em minerais do grupo da caolinita, explicando desta maneira a alta porcentagem de

argilo-minerais no material de alteração em contraste com a baixa porcentagem da fração argila nos solos neoformados. Tal fato ocorre porque, os minerais caoliníticos são muito estáveis nas condições de desenvolvimento do perfil, aumentando suas concentrações no material arenizado e por outro lado, ocorre sua relativa diluição no solo em função do fenômeno de lixiviação que ocorrem nos horizontes superficiais.

Conforme observaram MELFI & CERRI (1974), os constituintes mais importantes das rochas graníticas de Itu são os feldspatos potássicos e seus cristais se mantêm intactos nos primeiros estágios de formação da arena e permanecem até nos horizontes superficiais do perfil, sempre em concentrações relativamente elevadas.

A alteração dos feldspatos potássicos se processa, segundo MELFI & CERRI (1974), de maneira análoga à dos plagioclásios, diferindo somente na velocidade de alteração e inexistência de transformação direta em gibbsita. A modificação mais importante que se observa inicialmente, é a formação de um importante sistema de fraturamento e essas fraturas são simplesmente revestidas por material ferruginoso e somente nos estágios mais avançados da alteração, há desenvolvimento dos produtos amorfos.

CLEMENTE (1988) estudando as alterações de plagioclásio de rochas ácidas da formação

Serra Geral nos Planaltos de Guarapuava e Palmas/PR, observa que os cristais maiores de plagioclásios se alteram diretamente em gibbsita, enquanto que os menores passam por uma fase amorfa para depois resultar em gibbsita ou em gibbsita + caolinita.

Segundo MELFI & CERRI (1974), a biotita quase sempre associada a pequenas quantidades de clorita, apresenta um comportamento particular no transcorrer da alteração do granito pois, seus cristais micáceos permanecem até nos horizontes superficiais do solo, apesar das suas modificações químicas e estruturais ao longo da evolução.

Os estágios iniciais da alteração dos minerais micáceos são caracterizados, segundo MELFI & CERRI (1974), por perdas parciais de ferro, ligeira diminuição no índice de refração e variação na coloração, tornando-os mais amarelada. Submetidas aos raios-X, apresenta acentuada diminuição da reflexão característica da clorita e conservação e mesmo intensificação da reflexão a $10 \text{ \AA}$.

4.1.2 - Material orgânico: biomassa aérea e liteira.

A matéria orgânica constituinte de um solo, provém principalmente da biomassa aérea constituída pela vegetação que deposita suas folhas e ramos no solo formando a liteira.

-Biomassa aérea: A vegetação da área

estudada ainda se encontra intacta (floresta), e é constituída por dois estratos vegetativos, sendo que o superior é constituído por árvores de porte médio e fino, e de altura máxima em torno de 30 metros com densidade não muito alta de árvores, fato este, que possibilita a incidência da radiação solar diretamente sobre a superfície do solo, durante uma parte do dia. Nas árvores de maior porte verifica-se a ocorrência esporádica de lianas. Também algumas espécies de palmeiras compõem este estrato. O segundo estrato, que é o "estrato inferior" é constituído por plantas rasteiras de diversas espécies.

-LITEIRA: Com relação à liteira observou-se que a mesma é constituída por folhas e ramos com uma grande porção ainda intacta, outra parcialmente decomposta e outra porção já totalmente decomposta, apresentando coloração preta. Observa-se também com bastante frequência, troncos de árvores em vários estágios de decomposição.

Esta liteira, é pouco espessa, com apenas alguns centímetros e está depositada sobre uma superfície de solo bastante cascalhento conforme mostra a análise granulométrica, cujos dados constam na Tabela 06. São observados também, com alguma frequência, fragmentos de carvão somente na superfície do solo.

As amostragens sistemáticas desta liteira, realizadas em diversas áreas de 1 metro quadrado ao longo da topossequência NA, permitiram a sua determinação quantitativa, ou seja, 9,61 ton/ha.

4.1.2.1 - Evolução dos constituintes orgânicos depositados no solo pela liteira.

O teor e a distribuição em profundidade de Carbono e Nitrogênio, assim como, a relação C/N dos quatro perfis estudados estão apresentados na Tabela 3 e Figuras 12 e 13.

Verifica-se que em todos os perfis analisados, os maiores teores em carbono e nitrogênio se concentram na camada superficial, ou seja, nos primeiros 10 cm, com 3,36% e 0,36% respectivamente. A tendência verificada é que seus teores tendem a decrescer até os 25 cm de profundidade de maneira abrupta e, lentamente até os 80 cm. A partir daí, os teores se mantêm aproximadamente constante em níveis bastante baixos, atingindo 0,16 a 0,02% para o carbono e de 0,04 a 0,02% para o nitrogênio, na profundidade abaixo de 200 cm.

Deve-se ressaltar que entre os quatro perfis analisados, o perfil denominado NA1, apresentou os maiores teores com 3,36% e 0,36% de carbono e nitrogênio respectivamente nos primeiros 10 cm de profundidade (horizonte A11) e 0,16% e 0,04% a 100 - 110 cm de profundidade (horizonte C2), mesmo considerando que é o perfil mais raso e localizado na parte mais elevada da topossequência NA, sob mesma cobertura florestal. Os demais perfis também apresentam teores altos de carbono e nitrogênio nos seus horizontes superficiais, com valores

Tabela 03. Teores de Carbono e Nitrogenio nas amostras de solo e areia dos perfis analisados

Horiz.	Profund.	%		C/N
		C	N	
Perfil NR1				
A11	2 - 8	3,36	0,36	9,3
A12	8 - 15	1,90	0,30	6,3
B1	15 - 25	1,15	0,21	5,5
B2	30 - 50	0,61	0,09	6,8
C1	70 - 80	0,10	0,01	10,0
C2	100 - 110	0,16	0,04	4,0
Perfil NR2				
A11	1 - 5	1,75	0,22	7,9
A12	5 - 10	1,22	0,21	5,8
B11	10 - 20	1,0	0,17	5,9
B13	30 - 40	0,69	0,11	6,3
B14	40 - 50	0,62	0,10	6,2
B21	55 - 65	0,28	0,04	7,0
B22	75 - 85	0,23	0,06	3,8
B3	120 - 130	0,17	0,03	5,7
C1	170 - 180	0,27	0,05	5,4
C2	220 - 230	0,20	0,04	5,0

Cont. ...

Tabela 03. Teores de Carbono e Nitrogenio nas amostras de solo e areia dos perfis analisados

cont. ...

Horiz.	Profund.	%		C/N
		C	N	
Perfil NR3				
A1	2 - 8	1,79	0,24	7,5
A3	8 - 15	1,16	0,19	6,1
B1	15 - 25	0,95	0,17	5,6
B2	25 - 35	0,73	0,13	5,6
B3	40 - 50	0,64	0,10	6,4
C21	95 - 105	0,17	0,03	5,7
C23	120 - 130	0,19	0,04	4,8
C31	140 - 160	0,07	0,03	2,3
C32	220 - 240	0,03	0,02	1,5
Perfil NR1				
A1	0 - 10	1,65	0,24	6,9
B1	10 - 20	1,06	0,16	6,6
B2	20 - 30	0,71	0,09	7,9
B3	30 - 40	0,64	0,12	5,3
C11	40 - 50	0,49	0,06	8,2
C12	75 - 85	0,29	0,03	3,6
C21	140 - 150	0,02	0,02	1,0
C31	200 - 210	0,02	0,01	2,0
C32	250 - 260	0,02	0,02	1,0
C32	*250 - 260	0,04	0,02	2,0
C33	260 +	0,02	0,02	1,0

cont. ...

Figura 12 - Distribuição em profundidade dos teores de Carbono nos perfis analisados.

Figura 13 - Distribuição em profundidade dos teores de Nitrogênio nos perfis analisados.

acima de 1,65% e 0,22% respectivamente.

Apesar dos teores de carbono e nitrogênio serem baixos em profundidade, convém observar que esses teores são bastante expressivos principalmente nos horizontes dominados pela arena granítica, significando que as suas migrações se processam mesmo diante da pouca permeabilidade da arena.

A relação C/N apresenta valores baixos, ou seja, valores abaixo de 10 mesmo nos horizontes superficiais. Tais dados indicam que a maior parte da matéria orgânica desse solos já se encontra completamente humificada, conforme demonstra o fracionamento granulométrico da mesma.

A tendência observada nos perfis analisados é pelo decréscimo gradativo em profundidade, da relação C/N. O acréscimo abrupto da relação C/N observado no horizonte C1 (70-80 cm) do perfil NA1, deve-se ao provável erro analítico na determinação do nitrogênio.

O fracionamento granulométrico da matéria orgânica foi realizado objetivando identificar os percentuais do carbono nas frações correspondentes aos resíduos vegetais não humificado com dimensões maiores que 200 μ m (matéria leve) como também, na fração maior que 50 μ m constituída pelos resíduos vegetais pouco humificado e na fração (menor que 50 μ m) dos compostos húmicos e organo-minerais. No processo de fracionamento da matéria orgânica foi utilizado o método de FELLER (1979), cujos resultados são apresentados nas Tabelas 04 e 05.

Tabela 04. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica das amostras de solo

Horiz. (Profund.)	Amostra	Fo > 200 μ m	FH > 200 μ m	F > 50 μ m	F < 50 μ m
(CM)		Peso(mg): HC (mgC/g solo;Peso(mg))	HC (mgC/g solo;Peso(mg))	HC (mgC/g solo;Peso(mg))	HC (mgC/g solo;Peso(mg))
Perfil NR1					
R11	2 - 8	0,295 : 35,15 :	2,11 : 23,813 : 0,04 :	0,19 : 9,794 : 0,750 :	1,49 : 15,330 : 5,5 : 17,13
R12	8 - 15	0,500 : 36,05 :	3,66 : 22,279 : 0,05 :	0,226 : 10,695 : 1,76 :	3,83 : 15,709 : 3,57 : 11,40
B1	15 - 25	0,402 : 12,70 :	1,08 : 20,073 : 0,03 :	0,127 : 8,321 : 0,39 :	0,68 : 18,606 : 2,08 : 8,16
B2	30 - 50	0,07 : 11,95 :	0,173 : 15,155 : 0,03 :	0,09 : 7,705 : 0,11 :	0,175 : 25,487 : 1,06 : 5,58
Perfil NR2					
R11	1 - 5	0,391 : 25,3 :	1,98 : 23,101 : 0,03 :	0,138 : 10,108 : 0,85 :	1,72 : 16,469 : 3,06 : 10,06
R12	5 - 10	0,132 : 33,1 :	0,91 : 16,254 : 0,02 :	0,068 : 11,533 : 0,38 :	0,91 : 20,143 : 2,09 : 8,76
B11	10 - 20	0,088 : 34,8 :	0,636 : 14,388 : 0,02 :	0,06 : 10,595 : 0,28 :	0,61 : 23,131 : 1,56 : 7,49
B12	20 - 30	0,115 : 33,6 :	0,806 : 18,321 : 0,03 :	0,11 : 8,084 : 0,24 :	0,40 : 21,494 : 1,24 : 5,55
B13	30 - 40	0,116 : 15,3 :	0,37 : 13,654 : 0,03 :	0,08 : 10,579 : 0,20 :	0,44 : 23,641 : 1,13 : 5,86
B14	40 - 50	0,153 : 10,1 :	0,324 : 13,828 : 0,02 :	0,06 : 9,267 : 0,16 :	0,311 : 24,396 : 1,07 : 5,48
B21	55 - 65	0,015 : 10,0 :	0,03 : 10,152 : 0,61 :	1,34 : 7,533 : 0,16 :	0,262 : 28,327 : 0,43 : 2,65

cont.

Tabela 04. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica das amostras de solo

cont. ...

Horiz. (Profund.)	Amostra	Fo > 200 uM	Fm > 200 uM	F > 50 uM	F < 50 uM								
(CM)		Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo	Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo	Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo	Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo;Peso(Mg): 2C :MgC/g solo								
		Perfil MB3											
A1	2 - 8	0,241	35,5	1,79	20,975	0,02	0,09	9,767	0,89	1,82	16,832	3,32	11,69
A3	8 - 15	0,08	47,6	0,79	10,166	0,02	0,042	13,929	0,53	0,154	23,704	1,78	8,81
B1	15 - 25	0,341	14,4	1,05	14,963	0,01	0,03	7,775	0,39	0,649	23,666	1,45	7,34
B2	25 - 35	0,051	32,9	0,35	13,657	0,35	1,01	9,507	0,32	0,62	24,301	1,87	9,56
B3	40 - 50	0,180	11,3	0,45	7,767	0,03	1,67	8,566	0,23	0,425	29,852	1,25	8,05
		Perfil MB1											
A1	0 - 10	0,352	30,2	2,23	27,668	0,05	0,29	5,462	1,23	1,67	13,102	3,35	9,22
B1	10 - 20	0,132	28,0	0,75	23,07	0,03	0,14	6,491	0,52	0,68	19,761	1,69	6,75
B3	30 - 40	0,236	9,56	0,582	19,890	0,02	0,08	5,177	0,36	0,363	23,268	1,56	7,46
C11	40 - 50	0,04	25,0	0,207	13,935	0,03	0,09	6,063	0,39	0,49	28,210	1,28	7,48

Tabela 05. Percentagem do Carbono total e Carbono calculado através do fracionamento granulométrico da H.O.

HORIZ.	PROFUNDIDADE: (CM)	C%	Fo > 200 μ m		Fm > 200 μ m		F > 50 μ m		F < 50 μ m		(sona)	
			Mg.C/ g.solo	%	Mg.C/ g.solo	%	Mg.C/ g.solo	%				
PERFIL NR1												
A11	2 - 8	33,6	2,11	10	0,19	1	1,49	7	17,13	82	20,92	
A12	8 - 15	19,0	3,66	19	0,23	1	3,83	20	11,40	80	19,12	
B1	15 - 25	11,5	1,08	11	0,13	1	0,68	7	8,16	81	10,05	
B2	30 - 50	6,1	0,17	3	0,09	1	0,17	3	5,58	93	6,01	
PERFIL NR2												
A11	1 - 5	17,5	1,98	14	0,14	1	1,72	12	10,06	72	13,90	
A12	5 - 10	12,2	0,91	8	0,07	1	0,91	8	8,76	82	10,65	
B11	10 - 20	10,0	0,64	7	0,06	1	0,61	7	7,43	85	8,80	
B12	20 - 30	7,8	0,81	12	0,11	1	0,40	6	5,55	81	6,87	
B13	30 - 40	6,9	0,37	5	0,08	1	0,44	6	5,86	87	6,75	
B14	40 - 50	6,2	0,32	5	0,06	1	0,31	5	5,48	89	6,17	
B21	55 - 65		0,03	1	1,34	1	0,26	8	2,65	87	3,06	
PERFIL NR3												
A1	2 - 8	17,9	1,79	12	0,09	1	1,92	12	11,69	76	15,39	
A3	8 - 15	11,6	0,79	8	0,04	1	0,15	1	8,81	90	9,79	
B1	15 - 25	9,5	1,05	12	0,03	-	0,65	7	7,34	81	9,57	
B2	25 - 35	7,3	0,35	3	0,08	1	0,62	6	9,56	90	10,61	
B3	40 - 50	6,4	0,45	5	0,05	-	0,42	5	8,05	90	8,97	
PERFIL NR1												
A1	0 - 10	16,5	2,23	17	0,29	2	1,67	12	9,22	89	13,41	
B1	10 - 20	10,5	0,75	9	0,14	2	0,58	8	6,75	81	8,32	
B3	30 - 40	7,1	0,58	7	0,06	1	0,38	4	7,46	88	8,50	
C11	40 - 50	6,4	0,21	2	0,09	1	0,49	6	7,48	90	8,25	

Conforme se observa na Tabela 04 e 05, o percentual mais elevado de carbono se encontra na fração húmica e dos compostos organo-minerais (fração < 50 μ m). Assim sendo, o perfil NA1 mostra que o seu horizonte A11 (0-8 cm) apresenta 82% do seu carbono sob a forma de húmus e compostos organo-minerais, 7% sob a forma pouco humificada e apenas 10% sob a forma de resíduos vegetais em alteração mas não humificado (matéria leve). Esta proporcionalidade em termos do teor de carbono na fração < 50 μ m, tende a aumentar em profundidade, e obviamente, noutras frações o teor de carbono tende a decrescer em profundidade principalmente sob a forma de material pouco humificado. Com pequenas variações, tais fatos ocorrem nos demais perfis NA2, NA3 e NB1, significando que os compostos húmicos migram em profundidade atingindo os horizontes do solo e arena mais profundos. Segundo RODRIGUES (1984), a concentração do húmus nos horizontes superficiais e sua diminuição em profundidade indicam que as moléculas orgânicas, precursoras das substâncias húmicas permanecem em grande parte na superfície e migram pouco em profundidade. As que migram, são constituídas pelos oxi-hidróxidos e argilas, mais solúveis e menos sensíveis as barreiras físico-químicas. Assim, segundo esse mesmo autor, há uma separação dos precursores para a formação de dois tipos de húmus, sendo o primeiro concentrado na superfície sob forma de frações alcalino-solúveis e humina e o segundo tipo em profundidade,

condensado sob a forma de ácidos fúlvicos livres. Também VOLKOFF & CERRI (1981), citados por RODRIGUES (1984) afirmam que as moléculas polimerizadas, podem despolimerizar-se produzindo moléculas menores que se movimentam em profundidade onde normalmente se polimerizam, sob condição alternadas de umedecimento e secamento.

4.2 - Produto da evolução mineral e orgânica: os solos.

4.2.1 - Fase sólida.

4.2.1.1 - Morfologia.

Foram abertos quatro perfis, sendo três localizados na topossequência NA (Figura 14) e caracterizados como NA1, NA2, NA3 e um perfil distante 600 metros desta topossequência, tendo sido caracterizado como NB1.

O perfil NA1 é constituído por um solo raso tendo a rocha subjacente alterada a 50cm de profundidade. Já os perfis NA2 e NA3 são constituídos por solos um pouco mais evoluídos, sendo que os mesmos se localizam na parte mais baixa da topossequência. Na outra topossequência denominada NB, foi analisado um perfil caracterizado como NB1. Este perfil é constituído por um solo cambissolo bem caracterizado pois apresenta a arena bem típica, resultante da alteração do granito denominado Teles Pires.

Figura 14 - Corte esquemático da topossequência NA e a localização dos perfis estudados.

Essas duas vertentes de forma convexa, estão localizadas numa área de relevo montanhoso, com inúmeros matacões que ocorrem na sua superfície e com desnível considerável em relação ao piso da depressão.

A área apresenta como vegetação dominante a "floresta ombrófila aberta tropical" (PROJETO RADAMBRASIL-1980) e tem seu clima caracterizado por temperatura média anual de 25°C e precipitação entre 2.300 e 2.400 mm.

Todos os perfis analisados são constituídos por solos bem drenados, mas com profundidades que variam de 0,50 a 1,60 m. A seguir será apresentado, um resumo das características morfológicas amostradas no campo.

Perfil NA1.

Conforme se observa no corte esquemático da topossequência NA apresentada na figura 14, o perfil NA1 se localiza na parte mais elevada da topossequência e é constituído por um solo jovem (solo cambissolo), de cor bruno amarelado e apresenta a rocha subjacente a 0,50 m de profundidade. A sequência de seus horizontes é a seguinte: A/B/C/R (Figura 15).

O granito subjacente a este solo encontra-se pouco alterado, mas apresenta grandes fissuras que atingem a profundidade de até 1 metro. Nessas fissuras observa-se materiais do granito alterado e pedologicamente

PERFIL NA1

LEGENDA

SOLO BRUNO ESCURO	GRANITO POUCO ALTERADO
SOLO BRUNO AMARELADO	ARENA AMARELADA
CONCREÇÕES FERRUGINOSAS	

Figura 15 - Perfil de solo cambissolo, caracterizado como NA1 da topossequência NA.

bem desenvolvido, com a coloração bruna amarelada mais clara em relação aos solos suprajacentes.

Na profundidade de 100 a 110 cm, observa-se uma camada de arena amarelada bem friável que se desenvolve numa fissura horizontal da rocha. Nesta camada, há o indício, ainda que incipiente, do processo de hidromorfia na sua parte basal, em função da impermeabilidade da rocha e o contato com a mesma, ser abrupto.

Observa-se também neste perfil NA1, presença de nódulos minerais ferruginizados, duro e de cor vermelho escuro e em quantidades não muito significativas, mas cuja concentração é maior na parte superior da trincheira.

Perfil NA2.

O perfil NA2 (Figura 16), constitui um solo mais evoluído, com mais de 1,70 m de profundidade. A camada superficial que abrange até 55 cm de profundidade, apresenta cor bruna amarelada e tem a sua transição bastante irregular para a camada subjacente, formando "línguas" que atingem até 90 cm de profundidade, contrastando nitidamente com o solo de cor avermelhado situado abaixo dessa camada.

Subsequentemente à camada superficial, observa-se um outro isovolume na faixa de 55 a 110 cm de profundidade que é constituído por um solo de cor

Figura 16 - Perfil de solo cambissolo, caracterizado como NA2 da topossequência NA.

avermelhada e com estrutura bastante "forte e coesa" e textura argilosa.

A partir da profundidade de 110 a 190 cm, observa-se um solo que apresenta a mesma cor vermelha do solo acima, mas com estrutura fraca, pouco coeso e de consistência friável. Neste mesmo isovolume observa-se a presença de bolsões constituído pela arena granítica amarelada com característica de "granito podre".

Abaixo dos 190 cm de profundidade observa-se o predomínio da arena granítica amarelada, caracterizada anteriormente como "granito podre" e em contraste com o solo avermelhado friável que constitui o isovolume acima. Observa-se também a ocorrência de blocos de granito sendo a maioria ainda intactos e alguns em alteração e os mesmos já constituem o embasamento rochoso formando desta maneira a sequência de horizontes do tipo A/B/C/R.

Os nódulos minerais ferruginizados, duro e de cor vermelha escura, ocorrem neste perfil de maneira bastante esparsa e com uma concentração um pouco mais elevada na superfície.

A estrutura bastante forte e coesa do solo na faixa de 55 a 110 cm do perfil NA2 se deve à sua textura mais argilosa e talvez influenciada pela alternância de umedecimento e dessecação deste solo.

Perfil NA3.

No perfil NA3 (Figura 17), observa-se um solo menos evoluído, sendo que na parte superior deste perfil, observa-se o mesmo isovolume de solo encontrado nos perfis NA1 e NA2, ou seja, observa-se uma camada de solo com coloração bruno-amarelada que atinge a profundidade de 65 cm.

Subsequentemente, na faixa de 65 a 200 cm, observa-se o predomínio da arena granítica amarelada com estrutura fraca e consistência friável e com disposição bem imbricada nos demais isovolumes encontrados nesta faixa, principalmente o solo de cor vermelha com estrutura fraca e consistência friável que ocorre na forma de bolsas em toda a extensão desta faixa.

A partir dos 200 cm de profundidade, observa-se o predomínio da arena granítica amarelada mais clara com estrutura fraca e consistência friável.

Em toda a extensão desse perfil, há ocorrência isolada de blocos de granito com diferentes estágios de decomposição.

A ocorrência de nódulos minerais é observada com maior frequência na parte superior do perfil e de maneira bastante esparsa em profundidade.

Neste perfil não foi observado a camada de solo avermelhado, com estrutura forte e coesa a exemplo do que ocorre no perfil NA2.

Figura 17 - Perfil do solo cambissolo, caracterizado como NA3 da topossequência NA.

Perfil NB1

O perfil NB1 (Figura 18) também é constituído por um solo cambissolo, considerando que a camada de arena avermelhada típica dos granitos alterados surge a 40 cm de profundidade.

A parte superior deste perfil, ou seja a camada de 0 a 40 cm de profundidade, é constituída por um solo bruno-amarelado, e que também possui transição bastante irregular, formando "línguas" que atingem até 100 cm de profundidade. A sua coloração é bastante contrastante com a coloração de arena vermelha subjacente a esta camada.

A faixa de 40 a 90 cm de profundidade, é constituída pela arena vermelha, acima mencionada.

Na faixa de 90 a 120 cm, observa-se o predomínio de um solo vermelho com estrutura pouco coesa em relação a arena sobreposta, mas, com textura mais argílosa.

4.2.1.2 - Micromorfologia.

Como complemento às análises morfológicas dos perfis estudados, as análises micromorfológicas em seções delgadas das amostras de solos e das alterações do granito forneceram importantes aspectos de relevância para esta pesquisa, conforme se observa nas descrições individuais das seções delgadas apresentadas no Apêndice 7.2 e que são resumidos a seguir:

. **Esqueleto:** é abundante, ocupando cerca de 45 a 55% do volume total do fundo matricial,

Figura 18 - Perfil do solo cambissolo, caracterizado como NB1 da topossequência NB.

e é constituído quase que essencialmente por grãos de quartzo (+70%), os quais são normalmente angulosos, alguns bem fraturados, fissurados e impregnados com compostos de ferro de cor vermelho vivo. Observa-se também fragmentos esparsos de microclina (15%) e constituem ocasionalmente grãos complexos de minerais juntamente com quartzo bem conservado e a microclina já em alteração. Observa-se também as palhetas de biotita (2%) e minerais de plagioclásio (13%), todos esparsamente distribuídos no fundo matricial. Os grãos de quartzo se apresentam angulosos quase na sua totalidade, sendo alguns na forma conchoidal. Em geral, quase a sua totalidade se apresentam intactos, sem indício de alteração. Alguns se apresentam fraturados, outros bem fissurados e às vezes impregnados com óxidos de ferro nas suas fissuras.

Nas seções delgadas analisadas não se observou nos minerais de quartzo o processo de arredondamento dos seus cristais, descartando qualquer possibilidade de remanejamento e transporte dos materiais detríticos que deram origem a esses solos estudados.

A presença dos feldspatos se deve ao material de origem que é o granito Teles Pires, pois o mesmo apresenta elevado teor deste mineral dentre os demais que o compõem.

A microclina ocorre até nas camadas superficiais e se acentua em profundidade, principalmente nas amostras derivadas da arena granítica.

Este mineral, ocorre de forma esparsa no solo e num estágio já de alteração. Constitui ocasionalmente grãos complexos de minerais juntamente com o quartzo conservado e a microclina em alteração, mas muito bem caracterizável e com suas fraturas de borda já ferruginizadas.

Em geral predominam-se cristais pequenos de microclina, esparsamente distribuídos no fundo matricial, além de ocorrer também alguns cristais bem desenvolvidos.

As palhetas de biotita ocorrem esparsamente distribuídas no fundo matricial e normalmente se encontram bem intemperizadas, sendo evidenciado apenas seus pseudomorfos, principalmente nas amostras de solo. Nas amostras da arena a biotita se apresenta menos intemperizada. O que se percebe normalmente é que a partir da intemperização da biotita inicia-se o processo da ferruginização do plasma com a cor avermelhada mais ou menos translúcido.

No horizonte A11 (0-5 cm) do perfil NA2, não se observa a presença do mineral plagioclásio. Entretanto, a partir do seu horizonte B11 já ocorrem grãos bem desenvolvidos de plagioclásios parcialmente intemperizado e com importação de compostos de ferro nas suas fissuras.

Já no caso do perfil NA3, constata-se a presença mesmo que esparsa, do plagioclásio em alteração, desde o seu horizonte A1 (0-8 cm). É bastante

comum a ocorrência de pseudomorfos do mineral plagioclásio, em função da sua quase total alteração.

.Matéria orgânica: nos horizontes superficiais representa 5% do volume total do fundo matricial. Ocorre na forma de fragmentos identificáveis como raízes em decomposição ou já humificadas, como também, pequenos fragmentos opacos e não identificáveis com coloração marrom escura a preta.

Os agregados organo-argilosos são observados no plasma, na forma de vários grânulos minúsculos de coloração escura. Com um aumento de 10 x na lupa e com luz direta, esses agregados apresentam cor vermelha bem viva, que é uma das suas principais características.

Nas amostras superficiais ocorrem às vezes as pelotas fecais ("fecal pellets"), observando no seu interior inúmeros agregados vermelhos formados em função da matéria orgânica em estado coloidal num plasma de coloração amarelada.

. Plasma: representa 30% do volume total do fundo matricial. A cor do plasma do horizonte A11 (1 a 5 cm) do perfil NA2, se apresenta com a cor 10YR 4/6 - bruna - amarelada escura, em função da concentração da matéria orgânica coloidal. No horizonte B11 (10 a 20 cm), a sua coloração já se torna mais clara, passando para amarela brunada - 10YR 6/8, apresentando às vezes, pontuações avermelhadas devido à

concentração de matéria orgânica coloidal complexada com a fração mineral do plasma. No horizonte B3 (120 a 130 cm), o plasma apresenta coloração amarelada - 10YR 7/8.

Na profundidade de 55-65 cm (B2f) do perfil NA2, verifica-se uma tendência ainda incipiente à formação de microagregados que dispersam em alguns pontos do fundo matricial. Já na profundidade de 75 a 85 cm do mesmo perfil se observa a formação acentuada de microagregados com características dos oxissolos, os quais se dispersam no fundo matricial. Fazendo uma análise relacionada ao grau de floculação, verifica-se que a partir da profundidade de 55 a 65 cm deste perfil, os seus valores sofrem um incremento abrupto de 54,1% para 95,2%. Esta intensificação no grau de floculação, segundo BRADY (1979), constitui o primeiro passo para a formação de agregados estáveis ou grânulos. O mesmo autor ainda afirma que a capacidade dos cátions para flocular colóides do solo se acha na ordem geral a seguir: $Al^{+3} > Ca^{+2} > H^{+} > Mg^{+2} > K^{+} > Na^{+}$, fato providencial pois os complexos coloidais dos solos de regiões úmidas e subúmidas são dominados por alumínio, hidrogênio e cálcio.

Assim sendo, o aspecto de maior relevância observada é que à medida que se aprofunda nos perfis NA2 e NA3, as características latossólicas tendem a se evidenciar através da formação de microagregados supra citados, os quais tendem a se dispersar no fundo matricial alterando significativamente a morfologia dos vazios. A

estrutura plásmica é do tipo "argillasepic" com tendência a "skelsepic". A distribuição relativa do plasma e do esqueleto é do tipo "gefuric".

. Vazios: representa em média 10% do volume total do fundo matricial, nas formas de transagregado, fissural, sendo dominante as rachaduras "craze planes" e oblíquas "skew planes" e secundariamente as cavidades e os canais pequenos.

Nas amostras superficiais verificam-se que os vazios são constituídos por fissuras transagregados intercomunicantes nas formas oblíquas - "skew planes" e rachaduras - "craze planes", com domínio dos macroporos e em menor grau os mesoporos.

Em profundidades maiores, observa-se que há dominância dos vazios intergranulares, bem comunicantes e grandes fissuras na forma de rachaduras "craze planes" e também as oblíquas "skew planes" transagregados.

Todos esses detalhes são concordantes nos demais horizontes dos perfis analisados, colocando em evidência que esses solos analisados apresentam boa drenagem, facilitando ainda a extração da solução do solo, conforme foi realizado neste trabalho.

. Glébulas: são representadas por concreções ferruginosas de tamanho e forma variados. Ocorrem com ligeiras concentrações nas porções superficiais dos perfis e são na sua grande maioria, totalmente opacos. Alguns nódulos menores são translúcidos, apresentando cores

avermelhadas em luz direta. Não foram observadas outras feições pedológicas como as cristalárias e os cutans.

A presença de feldspatos desde os horizontes superficiais se deve ao pouco desenvolvimento desses solos em função do seu constante rejuvenecimento promovido pela erosão laminar.

4.2.1.3 - Mineralogia.

As frações argila e silte obtidas segundo os procedimentos descritos no item 3.4.7, foram submetidas às irradiações de raios-X. Assim, através dos difratogramas de raios-X foram realizadas as identificações mineralógicas, cujos resultados são apresentados a seguir:

Fração silte

A análise dos difratogramas de raios-X constantes nas figuras de no. 19 a 22 permite identificar os seguintes minerais constituintes da fração silte das amostras de solo e arena: caolinita, gibbsita, quartzo e mica.

Observa-se que os minerais identificados são encontrados regularmente em todos os perfis, sendo que alguns apresentam pequenas variações quanto à área ocupada pelos picos que os caracterizam, como também, varia a intensidade dos seus picos.

A caolinita apresenta pico de

Figura 19 - Difratoogramas de raios-X da fração silte das amostras de

solo e arena coletadas em diferentes profundidades no

Perfil-NA2 (Ca = caolinita; Gb = gibbssita; Mi = mica; Qz =

quartzo).

Figura 20 - Difratogramas de raios-X da fração silte das amostras de

solo e areia coletadas em diferentes profundidades no

Perfil-NA3 (Ca = caolinita; Gb = gibbsita; Mi = mica; QZ =

quartzo).

Figura 21 - Difratogramas de raios-X da fração silte das amostras de

solo e arena coletadas em diferentes profundidades no

Perfil-NB1 (Ca = caulinita; Gb = gibbsita; Mi = mica; Qz =

quartzo).

Figura 22 - Difratoogramas de raios-X da fração argila e silte das

amostras de solo e arena coletadas em diferentes

profundidades no Perfil-NA1 (Ca = caolinita; Gb =

gibbsita; Mi = mica; Qz = quartzo).

difração centrado nos espaçamentos entre 7,19 a 7,49 Å e 3,57 a 3,59 Å. Seus picos são bem definidos desde as amostras dos horizontes mais profundos. Apesar da caolinita ser denotada por picos bem definidos, as amostras dos horizontes superficiais apresentam picos menos intenso em relação aos picos do quartzo.

Com relação a gibbsita da fração silte, percebe-se que suas reflexões são bem definidas desde as amostras superficiais até as amostras dos horizontes medianos dos perfis analisados. Seus picos estão centrados nos espaçamentos interplanares de 4,87 a 4,82 Å e 4,41 a 4,46 Å.

O quartzo na fração silte, apresenta picos bem definidos nos espaçamentos entre 3,33 a 3,35 Å. Nas amostras superficiais, este mineral apresenta picos mais acentuados em relação aos demais minerais, denotando a sua dominância. Em profundidade, ocorre uma pequena inversão, pois a caolinita passa a apresentar picos mais acentuados vindo subordinadamente a gibbsita, o quartzo e a mica.

As reflexões da mica ocorrem entre 10,4 a 10,18 Å, isto porque, no transcorrer da alteração, as biotitas tem sua distância interplanar aumentada de 9,81 Å para 10,5 Å. Este aumento segundo MONIER (1977), citado por CERRI (1979) se deve à hidratação dos cristais da biotita.

Em geral seus picos denotam

pouca intensidade nas amostras de solo. Nas amostras da arena, percebe-se que seus picos são mais intensos, evidenciando seu maior teor na arena. Segundo CERRI (1979), na arena onde praticamente se iniciam os processos de hidrólise, a biotita está quase que totalmente transformada em caolinita, pois a vermiculita derivada da biotita encontra-se mineralogicamente transformada em caolinita.

Fração argila

Através dos difratogramas de raios-X das amostras da fração argila constantes na figuras de no. 23 a 25, foi possível identificar os seguintes minerais: caolinita, gibbsita, mica e quartzo.

A caolinita da fração argila é o mineral presente em todas as amostras analisadas. Os difratogramas mostram picos de alta intensidade centrados nos espaçamentos interplanares entre 7,13 a 7,19 Å (1a. ordem) e 3,54 a 3,59 Å (2a. ordem). Em função da área ocupada pelos seus picos, como também, pela intensidade dos seus picos, percebe-se que a caolinita é o mineral dominante.

Com relação a gibbsita na fração argila, percebe-se que a intensidade dos seus picos nas amostras superficiais é baixa, enquanto que as amostras de profundidade apresentam picos bem mais acentuados e centrados nos espaçamentos interplanares de 4,82 a 4,84 Å

Figura 23 - Difratogramas de raios - X da fração argila das amostras de

solo e areia coletadas em diferentes profundidades no

perfil NA2 (Ca = caulinita; Gb = gibbsita; Mi = mica; Qz =

quartzo).

Figura 24 - Difratogramas de raios - X da fração argila das amostras de

solo e areia coletadas em diferentes profundidades no

Perfil NA3 (Ca = caolinita; Gb = gibbsita; Mi = mica; Qz =

quartzo).

Figura 25 - Difractogramas de raios - X da fração argila das amostras de

solo e arena coletadas em diferentes profundidades no

Perfil NB1 (Ca = caolinita; Gb = gibbsita; Mi = mica; Qz =

quartzo).

e 4,39 a 4,41 Å.

A mica presente na fração argila apresenta um aumento na sua distância interplanar de 9,82 a 10,04 Å, sendo portanto sua variação maior em relação às variações da mica da fração silte. Percebe-se que a intensidade dos seus picos são menores nas amostras de solo, mas nas arenas, os seus picos tendem a crescer até a profundidade observada. Isto significa que os seus teores aumentam nas amostras das arenas.

O quartzo apresenta picos definidos nos espaçamentos interplanares de 3,32 a 3,33 Å. Os seus picos são de baixa intensidade.

Qualitativamente a mineralogia dos solos dos quatro perfis não varia, tendo sido identificadas nas suas frações silte e argila os seguintes minerais: caolinita, gibbsita, mica e quartzo. Observa-se somente uma pequena variação proporcional ou quantitativa dos minerais entre os quatro perfis.

A caolinita é o argilo-mineral dominante nas duas topossequências NA e NB. Este fato denota a homogeneidade bastante elevada do material de partida que é o granito Teles Pires.

RODRIGUES E SILVA (1985) estudando os cambissolos da porção central da província estrutural da Mantiqueira constata que os cambissolos das partes setentrional e central desenvolvem-se "in situ" com pequena contribuição de material remanejado na parte

superficial, apresenta mineralogia tipicamente gibbsítica, com uma certa proporção de minerais interestratificados (biotita - vermiculita Al) e caolinita de baixa cristalinidade; já nos cambissolos da parte meridional da região, constituem perfis expressos, sem reserva de minerais primários alteráveis, tipicamente caolinítico, mas que apresentam uma quantidade importante da vermiculita com Al interlamelar.

4.2.1.4 - Características físicas.

A Tabela 06 apresenta os dados referentes à fração maior que 2mm e à distribuição granulométrica da fração menor que 2mm (TFSA) em termos percentuais da fração areia grossa, areia fina, silte, argila total e argila dispersa em água. Também, os dados referentes à relação silte/argila e o grau de floculação, densidade real, densidade aparente e porosidade de todas as amostras coletadas nos perfis NA1, NA2, NA3 e NB1 são apresentadas na mesma tabela.

Fração grosseira (> 2mm)

A fração grosseira representada pelos cascalhos e calhaus, corresponde a uma fração bastante significativa nesses solos estudados. No perfil NA1 verifica-se o percentual de até 62,5% em relação a fração fina (TFSA). A sua tendência é pelo acréscimo a partir da superfície, até a profundidade mediana do perfil, seguindo por um decréscimo nas camadas mais

Tabela 06. Distribuição granulométrica das partículas na fração < 2mm, densidade real, densidade aparente e porosidade das amostras de solo e areia dos perfis estudados

cont. ...														
Horiz.	Profundid.	Classificacão textural	Fração: > 2mm	Fração: < 2mm	Areia Grossa: Fina	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Argila: Silte: %	Porosid. %
Perfil MR3														
A1	2 - 8	Franco-arenoso	32,1	67,9	39,5	21,4	20,8	18,3	12,0	1,14	34,3	2,53	1,50	40,7
A3	8 - 15	F-arg-arenoso	38,9	61,1	30,7	20,9	26,9	21,5	15,4	1,25	28,4	2,64	1,52	42,4
B1	15 - 25	F-arg-arenoso	52,6	47,4	28,7	17,6	24,9	28,8	21,4	0,86	25,7	2,64	1,59	39,7
B2	25 - 35	F-arg-arenoso	42,9	57,1	28,0	17,6	23,8	30,6	21,6	0,77	29,4	2,67	1,55	42,0
B3	40 - 50	Franco-argiloso	36,5	63,5	21,0	17,0	24,3	37,7	24,9	0,64	34,0	2,67	1,51	43,5
C21	95 - 105	Franco	27,4	72,6	21,5	17,8	39,3	21,4	1,6	1,84	92,5	2,65	1,34	49,4
C23	120 - 130	Franco	24,6	75,4	27,3	14,7	30,6	27,4	1,1	1,12	96,0	2,67	1,38	48,4
C31	140 - 160	Franco	23,1	76,9	29,2	17,7	40,2	12,9	2,2	3,12	83,0	2,65	1,43	46,0
C32	220 - 240	Franco-arenoso	29,2	70,8	29,1	17,9	38,6	14,4	1,5	2,68	89,6	2,64	1,56	40,9
Perfil MB1														
A1	0 - 10	Franco-arenoso	22,2	77,8	50,6	14,9	18,1	16,4	7,6	1,10	53,7	2,56	1,52	40,6
B1	10 - 20	F-arg-arenoso	34,7	65,3	38,8	17,0	17,2	27,0	18,5	0,64	31,5	2,61	1,56	40,2
B2	20 - 30	F-arg-arenoso	60,3	39,7	37,2	14,9	22,3	25,6	17,2	0,87	32,8	2,64	1,53	42,0
B3	30 - 40	F-arg-arenoso	50,6	49,4	34,7	12,5	22,6	30,2	21,7	0,75	28,2	2,66	1,57	40,9
C11	40 - 50	Franco-argiloso	41,0	59,0	24,3	11,5	29,1	35,1	10,0	0,83	71,5	2,65	1,62	38,8
C12	75 - 85	Franco-argiloso	23,9	76,1	23,3	12,6	27,3	38,8	2,8	0,70	98,8	2,63	1,61	38,7
C21	140 - 150	Franco-arenoso	14,5	85,5	36,0	17,2	37,8	9,0	2,3	4,20	74,4	2,59	1,58	38,9
C31	200 - 210	Franco-arenoso	13,9	86,1	37,9	15,5	32,2	14,4	5,6	2,24	61,1	2,57	1,53	40,5
C32	250 - 260	Franco-arenoso	11,9	88,1	40,4	15,0	36,7	7,9	2,7	4,65	94,4	2,61	1,50	42,5
C32	*250 - 260	Franco	12,8	87,2	35,2	13,5	31,1	19,6	1,1	1,60	65,8	2,58	1,56	39,5
C33	260 +	Franco-arenoso	11,2	88,8	43,9	13,7	33,4	9,0	2,5	3,71	72,2	2,60	1,51	41,9

profundas. A média por perfil, apresentada a seguir, ilustra melhor a sua participação em relação à fração fina dos solos da topossequência NA:

1o.) perfil NA1 = 45,5%

2o.) perfil NA3 = 34,1%

3o.) perfil NA2 = 20,8%

Fração fina (< 2mm)

A fração menor que 2mm engloba a fração areia, silte, argila. A matéria orgânica presente nesta fração foi eliminada através da oxidação com H₂O₂. As suas diversas frações granulométricas são apresentadas na Tabela 08.

Para melhor comparação em relação à fração grosseira, será apresentada a seguir os percentuais médios por perfil na ordem decrescente, da fração menor que 2mm (TFSA) na topossequência NA:

1o.) perfil NA2 = 79,2%

2o.) perfil NA3 = 65,9%

3o.) perfil NA1 = 54,5%

Este detalhe é importante, pois a quase totalidade das propriedades físico-químicas do solo, reside nos argilo-minerais desta fração.

Areia grossa e Areia fina

Em todos os perfis analisados, observa-se que os teores de areia são bastante elevados (Figuras 26 e 27), atingindo valores de até 65,5% de areia (grossa + fina) no perfil NA1, na profundidade de 8 a 15

cm. Outro detalhe apresentado é que, os teores de areia grossa superam os teores da areia fina em todos os perfis analisados. Isto se deve às características do material de origem desses solos, que é um granito de granulação grosseira.

É apresentada a seguir, a média por perfil, dos teores de areia grossa e areia fina dos perfis que compõem a topossequência NA.

Areia grossa: NA1 (34,5%) > NA3 (28,3%) > NA2 (27,6%)

Areia fina : NA1 (20,5%) > NA2 (19,7%) > NA3 (18,1%)

Silte

Os teores de silte também são bastante elevados, tendo sido observado o valor máximo de até 40,2% no perfil NA3, na profundidade de 140 a 160 cm.

No perfil NA1, observa-se que o seu teor cresce em profundidade, principalmente nas camadas onde há o predomínio do granito pouco alterado e da arena, observados nas camadas 70-80 cm e 100-110 cm de profundidade. Nos demais perfis, observa-se também esta mesma tendência (Figura 28), mas a média por perfil, dos seus teores, varia da seguinte maneira:

NA3 (29,9%) > NA1 (22,6%) > NA2 (20,0%)

Argila

Com relação à fração argila, verifica-se que os seus teores apresentam uma variabilidade muito grande (Figura 29), pois observa-se baixo teor de até

Figura 26 - Distribuição em profundidade dos percentuais da fração areia grossa (2 - 0,2mm) nas amostras de solo e arenas dos perfis analisados.

Figura 27 - Distribuição em profundidade dos percentuais da fração areia fina ($0,2 - 0,05\text{mm}$) nas amostras de solo e areia dos perfis analisados.

Figura 28 - Distribuição em profundidade dos percentuais de silte
(0,05 - 0,002 mm) nas amostras de solo e arenas dos perfis
analisados.

7,9% no perfil NB1 na profundidade de 250-260 cm, como também alto teor de até 45,4% no perfil NA2 na profundidade de 55-65 cm.

No perfil NA1, observa-se que os teores de argila crescem do valor de 15,0% no horizonte superficial para o valor de 38,6% na profundidade de 30-50 cm. Já em profundidade seus valores variam em função da presença da arena e do granito alterado.

No perfil NA2 também se observa esta tendência, ou seja, os seus teores de 15,8% na superfície, aumentam até a profundidade de 55-65 cm para o teor de 45,4%, decrescendo a partir daí até a profundidade observada. Nos perfis NA3 e NB1 também se observa esta tendência.

Considerando a média por perfil, dos teores de argila desses solos na topossequência NA, constata-se a seguinte ordem decrescente do teor de argila:

NA2 (32,7%) > NA3 (23,7%) > NA1 (22,4%)

A partir dessas médias verifica-se que o teor de argila é baixo devido ao predomínio da fração areia principalmente na zona superficial dos perfis analisados.

De uma maneira geral verifica-se que os teores de argila aumentam em profundidade, sem contudo apresentar gradiente textural que caracteriza solos com horizonte B textural.

Figura 29 - Distribuição em profundidade dos percentuais da fração argila ($<0,002\text{mm}$) nas amostras de solo e areia dos perfis analisados.

Argila natural e grau de floculação

A Tabela 07 apresenta os teores de argila natural e o grau de floculação das amostras dos perfis analisados. No perfil NA1, observa-se que o teor da argila natural na superfície apresenta valor de 9,9% e aumenta até a profundidade de 15-25 cm. A partir daí, verifica-se um declínio significativo em profundidade para o teor de 2,4%. Esta mesma tendência é observada nos demais perfis: NA2, NA3 e NB1, sendo que no perfil NA3 e NB1, foram observados os menores teores de argila natural, atingindo valores de 1,1%.

Em função da tendência observada para a argila natural, constata-se que o grau de floculação também apresenta o mesmo comportamento, ou seja, no perfil NA1, observa-se o valor de 34% na superfície, mantendo-se quase constante até a profundidade de 15-25 cm, seguindo pelo incremento significativo a partir da camada de 30-50 cm. Esta mesma tendência é também observada nos perfis NA2, NA3 e NB1, sendo que o perfil NB1, apresenta o valor mais elevado no grau de floculação, ou seja, 98,8% na camada de 75-85 cm de profundidade.

Acredita-se que a diferença demasiadamente alta no grau de floculação dentro de cada perfil, seja atribuído à matéria orgânica na porção superior do perfil, e à fração argila coloidal nas camadas

mais profundas, promovendo desta maneira a formação de microagregados estáveis, os quais foram detectados através das análises micromorfológicas apresentadas no item 4.2.1.2.

Relação Silte/Argila

A relação silte/argila apresenta valores bastante variados em profundidade e entre os perfis analisados. Os valores desta relação variam entre 0,4 e 4,65.

O perfil NA2 foi o que apresentou a menor variação da relação silte/argila.

Densidade real e Densidade aparente

Os dados referentes a densidade real e aparente são apresentados na Tabela 08 e Figura 30. Observa-se que a densidade real apresenta valores de 2.5 a 2.6, portanto, bastante elevada e quase equivalente à densidade do quartzo. Não se observa grandes variações nos valores da densidade real desses solos pois, os mesmos são ainda pouco evoluídos e são autóctones, tendo como material de origem, o mesmo granito Teles Pires.

Os dados referentes a densidade aparente, já demonstram variações com valores de 1,48 a 1,67. O perfil NA1 apresenta o valor de 1,48 de densidade aparente na superfície e, a tendência é um aumento gradativo em profundidade, principalmente nas camadas onde

Figura 30 - Densidade real e aparente em profundidade nos perfis analisados.

ocorre a arena e o granito pouco alterado.

No perfil NA2, ocorre uma tendência inversa em relação ao perfil NA1, pois há um decréscimo gradativo em profundidade, ou seja nas camadas onde há predomínio da arena granítica amarelada. No perfil NA3 também se observa a mesma tendência até a profundidade de 95-105 cm e a partir daí, verifica-se um leve incremento até sua base.

O perfil NB1 apresenta uma homogeneidade muito grande com relação à densidade aparente, e o seu valor médio que é de 1,55 pouco difere da média do perfil NA1 que é de 1,57.

Considerando a média por perfil, dos valores da densidade real e densidade aparente das amostras dos perfis da topossequência NA, é a seguinte na sua ordem decrescente:

$$D.a = NA1 (1,57) > NA3 (1,48) > NA2 (1,41)$$

$$D.r = NA3 (2,64) > NA2 (2,58) > NA1 (2,56)$$

Porosidade

A porosidade determinada pelo método indireto apresenta valores que variam entre 36% e 49,4%. O perfil NA1 apresenta maior porosidade na sua superfície (Figura 31), declinando em profundidade até a camada de 70-80 cm, mas na camada de 100-110 cm, observa-se um leve aumento da sua porosidade, tendo em vista a diferença significativa do seu teor de argila em relação à camada superficial.

Figura 31 - Porosidade do solo em profundidade nos perfis analisados.

No perfil NA2, observa-se uma porosidade de 41,3% na camada superficial, decrescendo até a profundidade de 30-40 cm. A partir daí, verifica-se o acréscimo da porosidade principalmente nas camadas onde há o predomínio da arena granítica amarelada que se apresenta mais friável e menos compacta.

No perfil NA3, observa-se o incremento da sua porosidade em profundidade. Neste perfil observa-se a porosidade de 49,4%, o qual foi a maior porosidade verificada em relação aos demais perfis. Este fato pode ser explicado pela presença predominante da arena granítica amarelada a partir de 50 cm de profundidade.

No perfil NB1, verifica-se que a porosidade variou muito pouco. Os seus menores valores se concentram na faixa de 40 a 150 cm de profundidade.

Considerando a média por perfil, dos valores da porosidade desses solos amostrados na topossequência NA, constata-se que a ordem decrescente da porosidade dos perfis é a seguinte:

NA3 (43,7%) > NA2 (40,1%) > NA1 (38,7%).

4.2.1.5 - Características químicas.

Neste item serão discutidos os resultados analíticos das amostras de solo e arena, constantes na Tabela 07 e apresentados através das figuras de no. 32 a 37, no que se refere aos teores de cátions

básicos trocáveis, soma de bases, teores de H^{+} e Al^{+3} , capacidade de troca catiônica, índices de saturação de bases, valores de pH (H₂O), pH (KCl), Δ pH e índices de saturação de alumínio, e teores de fósforo.

Com relação aos resultados dos teores de carbono, nitrogênio e a relação C/N, os mesmos já foram apresentados e devidamente discutidos no item 4.1.2.1, juntamente com os dados obtidos com o fracionamento granulométrico da matéria orgânica e dados amostrados da liteira.

Antes da discussão dos resultados obtidos, é importante observar, que todos os perfis analisados se encontram sob floresta submontana com cipós (PROJETO RADAMBRASIL - 1980), ainda intacta, conforme foi caracterizada no item 3.1.3 e descrita com mais detalhes no item 4.1.2 em função das observações realizadas no local desta pesquisa. Pode-se afirmar portanto, que os dados obtidos não sofreram influências antrópicas, as quais poderiam descaracterizá-los e induzir desvios nas suas interpretações.

Outro detalhe importante, é que os teores do complexo sortivo serão discutidos em termos de "meq/100g de terra fina seca ao ar", ou simplesmente "meq/100g", independente da amostra ser constituída pelo solo propriamente dito, ou pela areia granítica comumente encontrada nos perfis analisados.

Tabela 07. Complexo sortivo, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), índices de saturação de bases (V), pH (H₂O) e pH (KCl) das amostras de solo e arena dos perfis estudados

Horiz.	Profund.	Complexo Sortivo (meq/100g solo e arena)										pH		Δ pH		100 RI	P
	(cm)	Ca2	Mg2	Na+	K+	S	H+	RI3+	CTC	%	H2O	KCl				RI + S	meq/100g
Perfil NR1																	
R11	2 - 8	0,05	0,03	0,10	0,24	0,42	0,03	0,10	0,55	76	5,39	5,43	-0,96			19	0,152
R12	8 - 15	0,06	0,04	0,11	0,24	0,45	0,07	0,10	0,62	73	5,89	4,79	-1,10			18	0,042
B1	15 - 25	0,03	0,02	0,10	0,31	0,46	0,12	0,36	0,94	48	5,19	4,13	-1,06			44	0,043
B2	30 - 50	0,07	0,03	0,11	0,59	0,80	0,12	0,90	1,82	44	4,46	3,87	-0,59			53	0,012
C1	70 - 80	0,08	0,04	0,10	0,52	0,74	0,10	0,52	1,36	54	4,75	3,89	-0,86			41	0,011
C2	100 - 110	0,07	0,03	0,12	0,34	0,56	0,25	0,73	1,54	36	4,90	3,99	-0,91			57	0,006
Perfil NR2																	
R11	1 - 5	0,07	0,04	0,11	0,23	0,45	0,11	0,21	0,77	58	5,47	4,27	-1,20			32	0,080
R12	5 - 10	0,08	0,07	0,10	0,26	0,51	0,14	0,64	1,29	40	4,75	3,87	-0,88			56	0,054
B11	10 - 20	1,22	0,37	0,83	0,35	2,77	0,10	0,74	3,61	77	4,78	3,88	-0,90			21	0,044
B12	20 - 30	1,18	0,33	0,30	0,20	2,01	0,05	0,85	2,91	69	4,78	3,88	-0,90			30	0,023
B13	30 - 40	1,15	0,33	0,26	0,15	1,89	0,10	0,64	2,83	67	4,97	3,91	-1,06			31	0,020
B14	40 - 50	0,05	0,02	0,11	0,24	0,42	0,15	0,80	1,37	31	5,04	3,92	-1,12			65	0,016
B21	55 - 65	0,06	0,04	0,11	0,10	0,31	0,05	0,42	0,78	40	5,20	4,15	-1,05			57	0,006
B22	75 - 85	0,05	0,02	0,11	0,26	0,44	0,06	0,41	0,91	48	5,18	4,17	-1,01			48	0,006
B3	120 - 130	0,15	0,05	0,11	0,16	0,47	0,13	0,30	0,90	52	5,56	4,23	-1,33			39	0,005
C1	170 - 180	1,15	0,31	0,22	0,10	1,78	0,04	0,55	2,37	75	5,36	4,08	-1,28			24	0,004
C2	220 - 230	1,18	0,31	0,26	0,15	1,90	0,12	0,53	2,55	75	5,38	4,07	-1,31			22	0,008

cont. ...

Tabela 02. Complexo sortivo, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), índice de saturação de bases (V), pH (H2O) e pH (KCl) das amostras de solo e areia dos perfis estudados

Horiz.	Profund.	Complexo Sortivo (meq/100g solo de areia)										pH		Δ pH	100 RI		P
		Ca2	Mg2	Na+	K+	S	H+	Al3+	CTC	V	%	H2O	KCl		RI +5	meq/100g	
Perfil NR3																	
H1	2 - 8	1,72	0,43	0,26	0,22	2,63	0,16	0,24	3,03	87	87	5,40	4,07	-1,33	8	0,054	
H3	8 - 15	1,91	0,33	0,26	0,22	2,72	0,27	0,28	3,27	83	83	5,67	4,18	-1,49	9	0,029	
B1	15 - 25	0,06	0,07	0,12	0,11	0,36	0,11	0,22	0,69	52	52	5,61	4,19	-1,42	38	0,025	
B2	25 - 35	0,06	0,09	0,10	0,09	0,34	0,08	0,56	0,98	35	35	5,16	3,99	-1,17	62	0,018	
B3	40 - 50	1,32	0,29	0,22	0,15	1,98	0,05	1,03	3,12	63	63	4,89	3,87	-1,02	35	0,015	
C21	95 - 105	1,28	0,29	0,30	0,25	2,12	0,08	0,86	3,06	69	69	5,20	3,85	-1,35	29	0,006	
C23	120 - 130	1,30	0,31	0,17	0,10	1,88	0,13	0,81	2,82	67	67	5,14	3,90	-1,24	30	0,006	
C31	140 - 160	0,05	0,04	0,11	0,11	0,31	0,07	0,80	1,18	26	26	5,44	3,89	-1,55	72	0,007	
C32	220 - 240	0,06	0,05	0,11	0,18	0,40	0,10	0,57	1,07	37	37	5,36	3,97	-1,39	59	0,006	
Perfil NR1																	
R1	0 - 10	0,11	0,08	0,10	0,19	0,48	0,14	0,36	0,98	49	49	4,90	4,04	-0,86	43	0,078	
B1	10 - 20	0,15	0,31	0,22	0,28	0,96	0,15	0,69	1,80	53	53	5,02	3,80	-1,22	42	0,029	
B2	20 - 30	1,25	0,33	0,26	0,28	2,12	0,03	0,79	2,94	72	72	5,14	3,89	-1,25	27	0,023	
B3	30 - 40	1,35	0,33	0,35	0,23	2,26	0,05	0,93	3,30	68	68	5,10	3,85	-1,25	30	0,018	
C11	40 - 50	1,33	0,29	0,61	0,30	2,53	0,07	1,00	3,60	70	70	5,25	3,83	-1,42	28	0,015	
C12	75 - 85	0,05	0,03	0,09	0,28	0,45	0,30	0,80	1,55	29	29	5,36	3,88	-1,48	64		
C21	140 - 150	0,08	0,07	0,09	0,18	0,42	0,16	0,47	1,05	40	40	5,74	3,88	-1,86	53	0,009	
C31	200 - 210	0,11	0,05	0,10	0,11	0,37	0,08	0,55	1,00	37	37	5,81	3,91	-1,90	60	0,015	
C32	250 - 260	1,25	0,29	0,30	0,40	2,24	0,08	0,49	2,81	80	80	5,91	4,07	-1,84	18	0,010	
C32	*250 - 260	1,06	0,27	0,39	0,43	2,15	0,18	0,47	2,8	77	77	5,70	4,02	-1,68	18	0,011	
C33	260 +	1,81	0,47	0,39	0,28	2,95	0,10	0,41	3,46	85	85	5,89	4,08	-1,81	22	0,014	

Cálcio trocável

Conforme se observa através da Tabela 07 e figura 32, os teores de cálcio trocável são relativamente baixos nos perfis analisados, apresentando teores de 0,03 e 1,81 meq/100g, como valores mínimo e máximo, respectivamente.

Na topossequência NA, observa-se que o perfil NA1, constituído por um solo Cambissolo e localizado na parte mais alta da vertente, apresenta os menores teores de cálcio trocável, variando de 0,03 a 0,08 meq/100g. A sua distribuição em profundidade, varia de 0,06 meq/100g no horizonte superficial e declina para 0,03 meq/100g no horizonte de subsuperfície (15 a 25 cm) e a partir daí, ocorre um aumento gradativo de até 0,08 meq/100g nas camadas das arenas graníticas e dos granitos pouco alterados, localizados a partir dos 40 cm de profundidade.

O perfil NA2, localizado subsequentemente ao perfil NA1, já apresenta teores de cálcio trocável bem mais elevados em relação ao NA1, variando de 0,04 a 1,18 meq/100g. Nos horizontes superficiais deste perfil, os teores de cálcio são baixos, apresentando valores de 0,07 e 0,08 meq/100g. Já na profundidade de 10 a 40 cm, os teores de cálcio aumentam significativamente para valores de 1,15 e 1,22 meq/100g e, a partir daí, seus teores decrescem para níveis inferiores aos da superfície, mantendo-os até a

Figura 32 - Teores de cálcio nas amostras do solo e areia dos perfis analisados.

profundidade de 130 cm. Na profundidade de 170-180 cm, onde é comum a presença de bolsões de arena granítica com coloração mais amarelada, em função do seu mais avançado estágio de intemperismo, como também, na profundidade de 220-230 cm, onde há o predomínio da mesma arena amarelada (ver Apêndice 7.1 e figura 16), os teores de cálcio tornam a aumentar significativamente para valores de 1,15 e 1,18 meq/100g respectivamente.

O último perfil da topossequência NA, que é o perfil NA3 e, está localizado subsequentemente ao perfil NA2, apresenta os teores mais elevados de cálcio em relação aos demais perfis da mesma topossequência. Assim, seus teores variam de 0,05 a 1,91 meq/100g. Outro detalhe significativo demonstrado na figura 32, é que, este perfil apresenta uma divergência significativa em termos de distribuição em profundidade do elemento cálcio trocável, em relação aos demais perfis analisados, uma vez que, os maiores teores de cálcio, ou seja, valores de 1,72 e 1,91 meq/100g, se localizam nas camadas superficiais de 2-8 cm e 8-15 cm e, a partir daí, decrescem significativamente para teores de 0,06 meq/100g até a profundidade de 25-35 cm e, novamente tornam a se elevar significativamente na profundidade de 40 a 130 cm, para teores de 1,28 a 1,32 meq/100g. Novamente, teores mínimos de 0,05 a 0,06 meq/100g, são observados nas profundidades de 140-160 e 220-240 cm. Percebe-se desta maneira que neste perfil NA3, a distribuição em

profundidade do elemento cálcio diverge de maneira oposta às aquelas verificadas nos demais perfis.

O perfil NB1 localizado na topossequência NB, a distribuição em profundidade dos teores de cálcio trocável de maneira bastante similar às aquelas verificadas nos perfis NA1 e NA2, mas diverge também de maneira bem evidente da distribuição do cálcio verificado no perfil NA3, conforme demonstra a figura 32.

De maneira geral pode-se afirmar que os teores de cálcio nos perfis analisados aumentam no sentido descendente da topossequência NA indicando desta maneira, que o processo de fluxo lateral do elemento cálcio está se processando nesta vertente. Na outra vertente NB não foi possível realizar tal observação porque foi analisada apenas um perfil, que é NB1.

É importante observar também que existe uma similaridade muito grande quanto a distribuição em profundidade dos teores de cálcio trocável, nos perfis NA2 e NB1, apesar dos mesmos estarem localizados em vertentes diferentes, mas todos embasados pela mesma rocha granítica Teles Pires.

Outro detalhe importante que deve ser mencionado, é que na maioria das vezes há coincidência entre teores mais elevados de cálcio e a presença da arena granítica nos perfis analisados, conforme se observa nos perfis NA1 nas profundidades de 30-50, 70-80 e 100-110 cm, e também no perfil NA2 nas profundidades

de 170-180 e 220-230 cm e no perfil NB1 nas profundidades de 250-260 e 260 cm+.

Magnésio trocável

Na figura 33 estão representados os teores de magnésio nas amostras de solo e arena dos perfis analisados. Pode-se perceber que seus teores são baixos, com valores mínimo e máximo de 0,02 e 0,47 meq/100g, respectivamente.

Um fato importante é que a distribuição em profundidade, dos teores de magnésio nos perfis analisados, apresenta um comportamento bastante similar em relação à distribuição dos teores de cálcio. Assim sendo, verifica-se que os menores teores de magnésio são encontrados no perfil NA1 e, há um aumento significativo no teor de magnésio nos perfis NA2 e NA3. No perfil NB1 também se observam os mesmos níveis de magnésio encontrados nos perfis NA2 e NA3.

Pode-se generalizar, que os teores de magnésio nos perfis analisados aumentam no sentido descendente da vertente NA, indicando que o fluxo lateral do elemento magnésio, também se processa nesta vertente.

Na maioria das vezes, também há coincidência entre os teores mais elevados de magnésio e a presença das arenas graníticas nos solos analisados.

Figura 33 - Teores de magnésio nas amostras do solo e arena dos perfis analisados.

Sódio trocável

Conforme se observa na Tabela 07 e figura 34, os teores de sódio trocável são baixos em todos os perfis analisados, apresentando valores mínimo e máximo de 0,09 e 0,83 meq/100g, respectivamente.

Observa-se que o perfil NA1, localizado na parte mais elevada da vertente NA, apresenta os menores teores de sódio e seus valores variam muito pouco neste perfil. Na sua base, na camada de 100-110 cm onde se localiza a arena amarelada friável (ver figura 15 e Apêndice 7.1), o seu teor tende a se elevar acima da média do seu teor no perfil, atingindo aí o valor de 0,12 meq/100g.

Já no perfil NA2 observa-se na profundidade de 10-20 cm, o teor mais elevado de sódio trocável atingindo o valor de 0,81 meq/100g, superando desta maneira todos os teores encontrados nos demais perfis analisados. A partir daí, seus teores tendem a decrescer para valores mínimos, semelhantes aos do perfil NA1, mas com ligeiro aumento nas camadas onde há o predomínio da arena granítica amarelada, localizada a 170-180 e 220-230 cm de profundidade.

No perfil NA3, os teores de sódio trocável se distribuem de maneira inversa em relação aos demais perfis analisados, ou seja, os seus teores são maiores na superfície e na parte mediana do perfil e, decrescem para valores mínimos de 0,11 meq/100g, nas camadas onde há predomínio da arena granítica amarelada,

Figura 34 - Teores de sódio nas amostras do solo e arena dos perfis analisados.

localizada nas profundidades de 140-160 e 220-240 cm.

O perfil NB1, localizado na vertente NB, apresenta na superfície, teor mínimo de sódio (0,10 meq/100g), a exemplo do que ocorre nos perfis NA1 e NA2. Uma observação importante que deve ser mencionada é, que o teor de sódio trocável atinge na camada de 40-50 cm de profundidade, o maior valor deste perfil, ou seja, 0,61 meq/100g. A partir daí seu teor decresce para valores mínimos de 0,09 meq/100g na profundidade de 75 a 210 cm. Entretanto, nas camadas onde há o predomínio de arena granítica avermelhada, localizadas a 250-260 cm e 260 cm+ de profundidade, verifica-se um aumento significativo no seu teor, atingindo valores de 0,30 e 0,39 meq/100g, respectivamente.

De uma maneira geral, pode-se afirmar que os menores teores de sódio ocorrem nas camadas superficiais dos perfis analisados, mas em profundidade, onde há o predomínio da arena granítica, observa-se ligeiro aumento dos seus teores, conforme se observa nos perfis NA1, NA2 e NB1.

Potássio trocável

A figura 35 representa a distribuição em profundidade, dos teores de potássio trocável nos perfis analisados, os quais variam de 0,09 e 0,59 meq/100g, como valores mínimo e máximo, respectivamente.

No perfil NA1, o teor de potássio

Figura 35 - Teores de potássio nas amostras do solo e areia dos perfis analisados.

trocável é baixo na superfície, mas em profundidade, seus teores aumentam significativamente, principalmente nas camadas onde se localiza o granito pouco alterado, ou seja, nas camadas de 30-50 e 70-80 cm. Já na camada da arena amarelada friável, verifica-se que o seu teor decresce acentuadamente para valores poucos superiores aos das camadas superficiais. É importante ressaltar que este perfil (NA1), apresenta os maiores teores de potássio trocável em relação aos demais perfis que serão apresentados logo a seguir.

No perfil NA2, observa-se que os teores de potássio trocável são bem inferiores aos de perfil NA1 e a amplitude da variação dos seus teores é pequena, ou seja, varia de 0,10 a 0,35 meq/100g, como teores mínimo e máximo, respectivamente. Nas camadas onde há o predomínio da arena amarelada, os seus teores são inferiores aos observados na superfície.

O perfil NA3 apresenta teores de potássio, inferiores aos do perfil NA2, os quais variam de 0,9 a 0,25 meq/100g. A sua distribuição até a profundidade de 120-130 cm, apresenta grande similaridade com a distribuição do elemento sódio trocável, mas esta semelhança desaparece a partir das camadas de 140-160 e 220-240 cm de profundidade, pois verifica-se um leve aumento nessas camadas em que há maior predomínio da arena granítica amarelada.

Apesar do perfil NB1 estar

localizado noutra vertente, apresenta teores de potássio em níveis bem próximos aos do perfil NA1. Seus teores variam de 0,11 a 0,43 meq/100g como valores mínimo e máximo, respectivamente. Os seus teores variam muito pouco desde a superfície até a profundidade de 75-85 cm, apresentando teores de 0,19 a 0,28 meq/100g. Na profundidade de 200-210 cm o seu teor decresce para o nível mínimo de 0,11 meq/100g. Verifica-se em seguida, um aumento significativo para teores de 0,40 a 0,43 meq/100g, nas camadas de 250-260 e 260 cm+ onde há o predomínio da arena granítica avermelhada.

De modo geral pode-se afirmar que, os maiores teores de potássio trocável são verificados no perfil NA1, constituídos por um solo Cambissolo menos evoluído que os demais e, em seguida, no perfil NB1, também constituído por um solo Cambissolo bem menos evoluído do que os perfis NA2 e NA3.

Verifica-se também que há um decréscimo significativo do teor de potássio no sentido descendente da topossequência NA, indicando que a remoção do potássio foi bem maior nos perfis mais evoluídos, os quais seriam o NA2 e NA3.

Soma de bases - "S"

Conforme se observa na Tabela 07, o perfil que apresenta os menores teores em bases é o NA1, localizado na parte mais alta da vertente NA, pois o mesmo apresenta valores de S que variam entre 0,42 a

0,80 meq/100g. Já, nos demais perfis, verifica-se que os valores de S são mais elevados e variam de 0,30 a 2,95 meq/100g.

Verifica-se no perfil NA1 que o valor de S é baixo nas camadas superficiais e a mesma tende a se elevar nas camadas onde se localizam o granito pouco alterado e a arena granítica amarelada. Observa-se que o perfil NA1 apresenta a seguinte ordem decrescente em termos percentuais médios dos teores de cada base trocável:

. perfil NA1 = K (60%) > Na (20%) > Ca (11%) > Mg (6%)

Percebe-se assim que há o predomínio das bases monovalentes, principalmente o potássio que detem 60% da soma total das bases. Este teor bastante elevado do potássio, provem especificamente do intemperismo dos feldspatos potássicos presentes nesta rocha granítica, pois os teores do potássio nas camadas superficiais dos solos analisados são baixos, mesmo considerando que a decomposição da matéria orgânica libera grande quantidade de potássio na maioria dos solos.

Os valores de S calculados para os perfis NA2 e NB1 demonstram o mesmo comportamento em profundidade. Os seus valores são baixos na superfície e na porção mediana dos perfis. Na faixa aproximada de 10 a 40 cm de profundidade e nas camadas onde há o predomínio das arenas graníticas, os valores de S se elevam acentuadamente para valores de até 2,95 meq/100g.

Já no perfil NA3 observa-se uma tendência inversa com relação aos valores de S em

profundidade. Verifica-se portanto que nas camadas mais superiores deste perfil e nas camadas compreendidas entre 40 a 130 cm, os valores de S são bem mais elevados em relação as camadas de 15-25 e 25-35 cm de profundidade e nas camadas onde há o predomínio da arena granítica amarelada.

A correspondência em termos percentuais médios dos teores de cada base trocável no valor de soma de bases - "S" dos perfis NA2, NA3 e NB1 é resumida da seguinte maneira:

- . perfil NA2 = Ca (34%) > K (31%) > Na (23%) > Mg (12%)
- . perfil NA3 = Ca (44%) > K (20%) = Na (20%) > Mg (16%)
- . perfil NB1 = Ca (40%) > K (26%) > Na (19%) > Mg (16%)

Verifica-se assim, que há predomínio do cátion bivalente cálcio nos perfis NA2, NA3 e NB1, exceto do perfil NA1, já mencionado anteriormente.

Hidrogênio e Alumínio trocáveis

Conforme se observa na figura 36, em todos os perfis analisados, os teores de H⁺ trocável são inferiores aos teores do Al⁺³ trocável. Percebe-se também que a amplitude de variação dos teores de H⁺ é bem menor se comparado a do Al⁺³.

No perfil NA1, nota-se que o menor e o maior teor de H⁺ atinge valores de 0,03 e 0,25 meq/100g sendo que o menor teor foi verificado na amostra da arena amarelada coletada a 100-110 cm de profundidade. O Al⁺³ também se apresenta na superfície

Figura 36 - Valores de H^+ e Al^{3+} nas amostras do e arena solo dos perfis analisados.

em menor teor (0,10 meq/100g), mas na profundidade de 30-50 cm, o seu teor se eleva acentuadamente para 0,90 meq/100g e, em seguida decresce um pouco, nas camadas em que se localizam os granitos pouco alterados e a arena granítica amarelada.

Nos demais perfis NA2, NA3 e NB1 os teores de H⁺ também variam pouco, apresentando teores de 0,03 e 0,30 meq/100g como valores mínimo e máximo. No entanto, a distribuição em profundidade dos teores de Al⁺³ variam bastante, apresentando valores de 0,21 a 0,99 meq/100g, mas verifica-se uma tendência similar quanto à sua distribuição em todos esses perfis.

Capacidade de troca de cátions- "CTC"

Através da Tabela 07, observa-se que a CTC apresenta grande variação em profundidade nos perfis analisados.

No perfil NA1 há um aumento da CTC em profundidade, sendo que na profundidade de 30-50 percebe-se o valor mais elevado da CTC atingindo o valor de 1,82 meq/100g, coincidindo exatamente com a camada que apresenta maior teor de argila (38,6%) neste perfil (ver Tabela 06 e figura 29).

No perfil NA2 também se observa o incremento da CTC para valores de até 2,91 meq/100g, na profundidade de 10-20 cm, mas a partir daí, percebe-se um decréscimo gradativo até a profundidade de 120-130 cm e,

novamente sofre um incremento para valores de até 2,55 meq/100g, nas camadas onde há o predomínio das arenas graníticas amareladas. Esta mesma tendência é constatada no perfil NB1, quanto à distribuição em profundidade dos valores da CTC.

Já no perfil NA3, ocorre nítida divergência dos demais perfis quanto ao comportamento da CTC em profundidade. Inicialmente, apresenta na superfície valores de CTC maiores com valores de 3,03 e 3,27 meq/100g nas profundidades de 2-8 e 8-15 cm e logo após, um declínio para valores mínimos de 0,69 e 0,98 meq/100g nas profundidades de 15-25 e 25-35 cm e, a partir daí, verifica-se novamente um incremento para valores de até 3,12 meq/100g na faixa de 40-130 cm de profundidade e em seguida, declina novamente.

A variabilidade atípica da CTC em profundidade nesses solos se deve principalmente à sua fração mineral, já que os seus teores de matéria orgânica, subentendidos em termos de %C, são baixos.

Saturação em bases - "V%"

Com relação à saturação de bases, percebe-se que o perfil NA3 apresenta o maior percentual de saturação de bases nas camadas superficiais dos perfis analisados, com valores de até 87%, vindo a seguir o perfil NA1 apresentando valores de até 76%. A tendência observada nesses dois perfis é um declínio em profundidade, do índice de saturação de bases, com algumas

alternâncias de incremento/decréscimo.

Entre os perfis NA2 e NB1 existe uma certa similaridade na distribuição em profundidade, dos seus valores percentuais, divergindo apenas nas camadas superficiais do perfil NA2. Observa-se nesses dois perfis que os índices de saturação de bases se elevam nas camadas superficiais e decrescem na profundidade mediana atingindo níveis de até 23% na camada de 55-65 cm de profundidade do perfil NA2, resultando conseqüentemente num índice de saturação de alumínio de 74%, conferindo portanto, um caráter álico nesta camada. Este mesmo fato é observado no perfil NA3 na profundidade de 140-160 cm, onde o índice de saturação de bases atinge o valor de 26% e o índice de saturação do alumínio com o valor de 72%, conferindo também o caráter álico. Assim sendo, tais características indicam que esses dois perfis NA2 e NA3 são os mais intemperizados da topossequência NA.

O pH em H₂O, KCl e Δ pH

Os valores de pH em H₂O estão variando de 4,4 a 6,3 nos quatro perfis analisados (ver Tabela 07 e Figura 37). Somente o perfil NA1 que apresentou valor de pH mais elevado na superfície do seu solo, ou seja, pH = 6,7 e em profundidade houve um decréscimo do pH, atingindo uma acidez máxima na porção mediana (30 - 50 cm de profundidade) deste perfil. Todos os outros perfis, ou seja o NA2, NA3 e NB1 apresentaram valores de pH quase homogêneos, em profundidade.

Figura 37 - Valores de pH (H₂O) e pH (KCl) nas amostras do solo e arena dos perfis analisados.

Os valores de pH determinados em KCl, apresentaram também, comportamento idêntico ao do pH em H₂O mas, com valores sempre inferiores, dando como resultados valores de ΔpH ($= \text{pH KCl} - \text{pH H}_2\text{O}$) sempre negativos, indicando que os solos dos perfis analisados, apresentam excesso de carga negativa.

Os teores de fósforos são bastante baixos, a exemplo do que ocorre nos solos da amazônia.

4.2.2 - Fase líquida - Solução do solo.

Neste ítem será apresentada inicialmente a discussão dos resultados obtidos através das análises qualitativas e quantitativas dos principais íons que compõem os extratos da solução do solo obtidos a partir das amostras de solo e arena dos perfis NA1, NA2, NA3 e NB1. Posteriormente será realizado o balanço iônico da solução do solo, seguida pela análise termodinâmica a partir da concentração dos seus íons para fins de avaliar suas influências na estabilidade dos minerais neoformados no transcorrer da pedogênese.

4.2.2.1 - Composição química da solução do solo.

As tabelas 08, 09, 10, e 11, apresentam os resultados das análises químicas realizadas na solução do solo extraída das amostras de solos e arena desenvolvidos a partir da alteração local do granito

Tabela 08. Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na solução de um solo Cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso (Perfil NAL)

HORIZ. PROFUNDIDADE:	mg/l													pH	
(cm)	NO ₃ -	NO ₂ -	SO ₄ 2-	Cl-	Si	NH ₄ ⁺	Nat	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn	Al	Fe	Zn	P
A11	2 - 8	nd	nd	nd	nd	nd	41,04	110,50	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6,81
B1	15 - 25	781,29	0,17	3,14	41,00	1,45	9,96	36,96	30,40	7,88	2,06	0,31	0,15	0,07	0,31
B2	30 - 50	10,80	0,06	2,00	8,76	0,76	9,80	9,31	11,13	1,66	0,42	0,20	nd	nd	7,54
C1	*70 - 80	2,50	0,05	3,53	10,31	1,15	10,37	4,42	5,40	0,72	0,19	0,20	0,02	nd	7,24
C2	*100 - 110	1,46	0,05	2,57	6,29	0,59	12,58	3,34	1,21	0,14	0,03	0,20	0,02	nd	7,34

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

Tabela 09. Teores medios (mg/l) em profundidade dos ions na solucao de um solo Cambissolo sobre um macico granitico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso (Perfil NR2)

HORIZ. PROFUNDIDADE (cm)	mg/l															pH
	NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Hg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	
B11 1 - 5	1484,00	0,30	57,15	37,26	3,16	1,28	12,04	17,45	55,84	15,78	1,83	1,22	0,28	0,04	0,57	7,35
B12 5 - 10	935,50	0,32	2,47	28,36	1,63	1,62	8,27	25,88	29,67	10,27	3,38	0,42	0,13	0,09	0,18	6,94
B11 10 - 20	726,90	0,01	4,93	24,23	0,97	2,10	13,24	25,09	24,47	7,93	2,73	0,32	0,10	0,05	0,27	7,40
B12 20 - 30	375,40	0,11	6,97	29,84	1,05	1,64	19,70	21,10	20,64	5,04	1,64	0,34	0,08	0,24	0,29	7,23
B13 30 - 40	380,70	0,26	5,38	8,62	0,40	0,55	6,40	9,03	12,42	2,47	0,65	0,33	0,05	0,02	0,10	7,91
B14 40 - 50	770,80	0,14	5,38	10,52	0,72	0,39	6,35	6,06	8,13	1,92	0,21	0,51	0,06	0,04	0,20	7,45
B21 55 - 65	nd	0,17	5,16	7,26	0,61	2,24	5,33	1,43	9,56	1,43	0,33	0,64	0,06	0,03	0,29	7,24
B22 75 - 85	9,34	0,07	4,03	9,40	0,54	1,40	7,01	4,78	6,63	0,82	0,24	0,31	0,04	0,04	0,24	7,15
B3 120 - 130	6,74	0,20	5,38	12,22	0,91	0,90	7,52	4,16	9,08	1,13	0,50	0,31	0,04	0,03	0,22	7,32
C1 170 - 180	7,78	0,06	7,66	14,55	0,98	1,35	8,87	4,36	9,70	1,20	0,58	0,38	0,05	0,04	0,22	7,12
C2 *220 - 230	9,86	0,15	10,66	8,16	0,74	1,60	7,01	3,95	12,47	1,34	0,19	0,63	0,10	0,02	0,10	7,41

Obs.: nd = nao determinado por falta de solucao do solo

Tabela 10. Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na solução de um solo Cambissolo sobre um macico granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso (Perfil NAB)

HORIZ.	PROFUNDIDADE (CM)	mg/l														pH
		NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P
R1	2 - 8	nd	0,26	95,2	29,10	8,81	2,18	6,02	26,5	47,52	13,14	2,42	5,60	1,14	0,10	0,27
R3	8 - 15	nd	0,29	89,6	29,84	22,34	0,92	10,08	18,18	26,05	3,13	0,60	25,52	3,15	0,60	0,34
B1	15 - 25	nd	0,45	14,19	22,67	2,76	0,82	11,82	13,71	35,46	2,49	1,05	1,57	0,20	0,05	0,18
B2	25 - 35	nd	0,05	5,38	9,40	2,23	0,45	4,01	7,24	16,13	1,58	0,83	1,50	0,20	0,06	0,25
B3	40 - 50	nd	0,15	5,16	7,86	0,77	0,24	5,43	4,93	7,16	0,90	0,27	1,13	0,11	< 0,02	0,18
C21	95 - 105	9,86	0,14	12,54	7,41	8,33	0,28	4,10	3,34	5,02	0,68	0,24	8,96	1,03	0,03	0,18
C23	120 - 130.a	9,34	0,09	5,38	10,20	1,75	0,20	6,68	3,75	9,47	0,84	0,39	0,93	0,09	0,06	0,15
C25	120 - 130.b	12,98	0,06	4,71	9,71	2,08	1,02	5,22	2,46	5,99	0,73	0,20	1,33	0,14	0,03	0,18
C31	140 - 160.b	2,59	0,05	2,69	4,39	0,61	0,59	3,23	1,27	4,22	0,73	0,10	0,38	0,04	0,03	0,16
C32	220 - 240.a	< 0,01	< 0,01	2,03	3,77	0,59	0,53	2,76	1,38	3,12	0,43	0,06	0,66	0,05	0,03	0,20
C32	220 - 240.b	2,07	0,03	3,59	5,04	1,46	0,67	3,28	1,69	4,60	0,57	0,17	1,06	0,11	< 0,02	0,17

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

Tabela 11. Teores médios (mg/l) em profundidade dos íons na solução de um solo Cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso (Perfil NB1)

HORIZ.	PROFUNDIDADE (cm)	NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	pH
B1	10 - 20	21,20	0,13	2,00	nd	2,34	17,16	14,2	46,50	9,90	2,59	0,51	0,20	0,04	nd	nd	6,98
B2	20 - 30	6,23	0,05	1,23	nd	0,49	5,33	10,64	17,40	4,12	0,65	0,27	0,20	0,04	nd	nd	7,21
B3	30 - 40	2,51	0,03	0,78	nd	1,69	3,70	5,27	9,80	2,87	0,35	0,22	0,95	0,13	nd	nd	7,15
C11	40 - 50	0,49	0,01	0,70	4,46	1,07	1,18	3,15	4,94	1,96	0,27	0,21	0,60	nd	nd	nd	7,29
C12	*75 - 85 (ar)	0,31	0,05	1,23	3,90	0,78	0,26	4,86	3,64	3,00	0,33	0,10	0,20	nd	nd	nd	7,11
C21	140 - 160	0,49	0,03	3,78	8,52	0,76	1,67	5,57	7,23	5,83	0,69	0,40	0,20	0,03	nd	nd	7,42
C32	250 - 260	0,47	0,06	7,14	9,56	1,52	1,05	7,88	5,81	5,63	0,75	0,36	0,20	0,02	0,04	nd	7,31
C32	*250-260 (ar)	0,31	0,05	1,68	5,69	1,19	1,05	3,05	5,66	4,41	0,53	0,20	0,20	0,02	nd	nd	7,49
C33	260 +	nd	nd	nd	13,63	0,95	nd	5,12	5,80	7,61	0,75	0,28	0,29	0,03	0,05	nd	7,18

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

Tabela 12. Teor medio (mg/l) por perfil, dos ions na "solucao do solo"

----- Mg / l -----													
PERFIL													
	NO3	NO2	SO4	Cl	Si	NH4	Na	K	Ca	Mg	Mn	Al	pH

TOPOSSEQUENCIA NA													
NA1	199,01	0,08	2,81	16,59	0,99	0,89	16,71	32,91	12,04	2,6	0,69	0,23	0,07 : 0,31 : 7,05
NA2	4770,70	0,16	10,47	17,31	1,08	1,45	9,25	11,21	18,06	4,48	1,12	0,49	0,03 : 0,06 : 0,26 : 7,32
NA3	6,14	0,14	21,86	12,31	4,70	0,73	0,73	7,68	14,98	2,29	0,58	4,42	0,60 : 0,09 : 0,21 : 7,01

TOPOSSEQUENCIA NB													
NB1	4,0	0,05	2,32	7,63	1,20	3,99	6,64	11,86	5,04	0,77	0,28	0,34	0,04 : - : 7,24

denominado Teles Pires. A caracterização e a dosagem foram feitas por espectrofotometria de absorção e também, por espectrometria de emissão atômica com plasma induzido de argônio. As mesmas tabelas, também apresentam os dados referentes ao pH da solução do solo, determinados potenciometricamente com duas repetições na leitura.

Desta maneira, foram caracterizados qualitativamente e quantitativamente nas soluções extraídas, os seguintes íons: nitrato, nitrito, sulfato, cloreto, silício, amônio, sódio, potássio, cálcio, magnésio, manganês, alumínio, ferro, zinco, fósforo e valores de pH.

Nitrato

Conforme se observa na figura 38, os teores de nitrato na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados, são bastante elevados na porção superficial do solo e a tendência é diminuir gradativamente em profundidade para teores mínimos, conforme se nota nos perfis NA2 e NB1. Este fato pode ser explicado pela forte atividade de mineralização da matéria orgânica (depositada constantemente pela floresta), promovida pela biomassa microbiana sempre presente em maior quantidade nos horizontes superficiais.

Fazendo uma comparação dos teores de nitrato apresentados pelas amostras do perfil NA2 e do NB1, percebe-se que as suas tendências em termos de

Figura 38 - Distribuição em profundidade dos teores de nitrato na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

distribuição em profundidade, são similares, entretanto, diferem bastante em termos de quantidade (expressa em mg/l). Isto, segundo KINJO et alii (1978), ocorre porque a transformação do nitrogênio orgânico para inorgânico, são processos de natureza bioquímica, envolvendo a atividade da biomassa microbiana do solo e conseqüentemente, a quantidade de nitrato produzida dependerá das condições que afetam a atividade dos diversos microorganismos de solo responsáveis pela transformação do nitrogênio orgânico em amônio, nitrito e finalmente em nitrato. Por sua vez, ALLISON & STERLING (1949), citados por KINJO et alii (1978), observaram que a produção do nitrato estava diretamente relacionada com o teor de nitrogênio total do solo e que a variação da nitrificação em diferentes solos poderia ser atribuída à natureza dos microorganismos presentes no solo, à reação do solo, teor de fósforo e de outros elementos que afetam a atividade dos microorganismos. Os fatores que afetam os microorganismos do solo, segundo SIQUEIRA & FRANCO - 1988, podem ser facilmente identificados, mas sua importância relativa é difícil de ser claramente definida, pois pode resultar da ação de uma ou mais variáveis isoladas e de suas numerosas interações. A alteração de qualquer característica do solo (física, química ou biológica) implica em alterações das demais, como por exemplo, a elevação da umidade para próximo à saturação (variável física) resulta em redução na aeração (oxigênio), e conseqüentemente, reduz a atividade dos microorganismos

aeróbicos e favorece a dos microaeróbios e anaeróbios (variável biológica), modificando assim o metabolismo global do solo, passando de oxidativo para redutivo, acumulando metais reduzidos, NH_4 , H_2S e produtos da fermentação como CH_4 e ácidos orgânicos (variáveis químicas) dificultando assim, as interpretações e as extrapolações dos resultados.

Portanto, essa diferença demasiadamente elevada nos teores de nitrato na solução do solo dos perfis NA2 e NB1, como também do NA3 poderá ser explicada convincentemente apoiada em pesquisas específicas sobre a biomassa microbiana desses solos.

As médias por perfil dos teores do íon nitrato podem ser apresentadas na seguinte ordem decrescente de seus valores:

- perfil NA2 = 4.770,70 mg/l
- perfil NA1 = 199,01 mg/l
- perfil NA3 = 6,14 mg/l
- perfil NB1 = 4,0 mg/l

Nitrito

A figura 39 apresenta os teores médios, em profundidade, do íon nitrito na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados. Percebe-se que seus teores são bem menores em relação aos teores observados para o nitrato, como também, não são observados uma homogeneidade entre os perfis analisados, quanto aos seus teores distribuídos em

Figura 39 - Distribuição em profundidade dos teores de nitrito na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

profundidade. A tendência observada no perfil NA3 é um incremento dos seus teores até a profundidade de 15-25 cm e, a partir daí, verifica-se um decréscimo gradativo para teores mínimos até a profundidade de 220-240 cm. Entretanto, no perfil NB1, percebe-se que a maior concentração se localiza na camada superficial, seguido pelo decréscimo gradativo até a profundidade de 40-50 cm, e a partir daí, um acréscimo pequeno, até a profundidade observada. No perfil NA2 observa-se uma irregularidade quanto a distribuição em profundidade, mas seus maiores teores são encontrados na porção superficial do perfil. No perfil NA1 percebe-se a tendência de decréscimo dos seus teores em profundidade, mas por falta de amostra da camada superficial não foi possível determinar o seu teor e a sua interpretação.

As médias por perfil, dos teores do íon nitrito podem ser apresentadas na seguinte ordem decrescente de seus valores:

- perfil NA2 = 0,16 mg/l
- perfil NA3 = 0,14 mg/l
- perfil NA1 = 0,08 mg/l
- perfil NB1 = 0,04 mg/l

Amônio

A distribuição em profundidade do íon amônio na solução é apresentada na Figura 40. Assim, através do perfil NA3 e NB1 percebe-se que os maiores teores de amônio na solução do solo ocorrem na porção

Figura 40 - Distribuição em profundidade dos teores de amônio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

superficial do solo com valores de 2.18 mg/l no perfil NA3 e de 17.16 mg/l no perfil NB1. A tendência observada nestes dois perfis é que a distribuição dos seus teores na solução do solo tende a decrescer em profundidade, com um leve acréscimo nas camadas onde há o predomínio das arenas graníticas.

Os teores mais elevados do amônio, na porção superficial do solo são decorrentes da forte atividade microbiana na mineralização da matéria orgânica depositada constantemente pela floresta.

Com relação aos perfis NA1 e NA2 percebe-se que a distribuição dos seus teores se processa de maneira irregular.

A média por perfil dos teores de amônio podem ser assim resumidas:

- perfil NA1 = 0.89 mg/l
- perfil NA2 = 1.45 mg/l
- perfil NA3 = 0.73 mg/l
- perfil NB1 = 3.93 mg/l

Através das suas médias por perfil, percebe-se que as diferenças são demasiadamente elevadas quando se compara com as médias do íon nitrato. Tal fato ocorre porque, segundo RAIJ (1981), em condições de boa aeração e pH não muito baixo, o amônio é rapidamente convertido em nitrato.

Sulfato

A figura 41 ilustra a

Figura 41 - Distribuição em profundidade dos teores de sulfato na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

distribuição em profundidade, dos teores do íon sulfato na solução do solo dos perfis analisados. Percebe-se nos perfis NA2 e NA3 que os seus teores se concentram na porção superficial desses solos e, decrescem de maneira abrupta para teores mínimos a partir da camada 5-10 cm de profundidade do perfil NA2 e, da camada 15-25 cm de profundidade do perfil NA3. Os teores do íon sulfato das camadas superficiais dos perfis NA2 e NA3 diferem pouco, assim como, entre os perfis NA3 e NB1 mas os mesmos apresentam níveis bem inferiores aos dos perfis NA2 e NA3.

O seu teor máximo de 95,2 mg/l foi verificado na camada superficial de 2-8 cm de profundidade do perfil NA3, seguido pelo valor de 0,89 mg/l na camada de 8-15 cm de profundidade do mesmo perfil.

As médias por perfil, dos teores de sulfato podem ser assim resumidas:

- perfil NA1 = 2,81 mg/l
- perfil NA2 = 10,47 mg/l
- perfil NA3 = 21,86 mg/l
- perfil NB1 = 2,32 mg/l

Através dessas médias percebe-se claramente a sua remoção no sentido descendente da encosta, conforme se percebe na topossequência NA, cujo teor médio é verificado no perfil NA1, localizado na parte mais elevada da vertente, seguido pelo perfil NA2, posteriormente pelo perfil NA3, localizado na parte mais baixa dessa

topossequência estudada. O sulfato da solução do solo, segundo VITTI (1988) além de ser a forma prontamente absorvida pelas raízes, é também facilmente perdida por lixiviação. Estudos realizados em lisímetros por JORDAN & ENSMINGER (1958), citados por VITTI (1988) mostram que o enxofre removido nas águas de drenagem era de 3 a 6 vezes maior do que o removido pelas colheitas.

Por outro lado, RAMPER & ZEHLER (1967), citados por VITTI (1988), afirmam que o sulfato adsorvido pelos colóides do solo (constituídos por óxidos de ferro e alumínio e argilas 1:1) é a principal fonte de reserva para as plantas, pois além de estar protegida das perdas por lixiviação, tal adsorção é muito fraca, podendo o íon sulfato passar facilmente para a solução do solo e ser absorvido pelas raízes das plantas.

No perfil NB1 percebe-se uma tendência acentuada com relação ao acréscimo dos teores de sulfato em profundidade conforme se verifica na profundidade de 250-260 cm, indicando a lixiviação e o acúmulo deste íon nas camadas mais profundas. REISENAUER et alii (1973), citados por VITTI (1988) afirmam que o sulfato tende a ser lixiviado para as camadas do sub-solo, as quais apresentam maior força de retenção do mesmo. Por sua vez KINJO (1980), citado por VITTI (1988), afirma que a adsorção do sulfato, em solos tropicais, tende a ser maior com o aumento da profundidade ao longo do perfil, devido aos valores do PCZ do horizonte B serem maiores em relação ao do horizonte A, sugerindo o efeito da matéria orgânica

no abaixamento do mesmo. CHAO et alii (1962), BINGHAM et alii (1965) afirmam que o sulfato adsorvido está em equilíbrio com o sulfato em solução e pode ser trocado por outros ânions de maior habilidade de coordenação, de acordo com a série: hidroxila > fosfato > molibdato > sulfato = acetato > nitrato = cloreto. Analisando esta série deduz-se que, especialmente o fosfato tende a promover desorção do sulfato, o que determina o aumento de perdas por lixiviação.

Cloreto

A distribuição em profundidade do íon cloreto na solução do solo está representada na figura 47. Percebe-se que os perfis NA2 e NA3 apresenta maiores concentrações do cloreto na porção superficial desses solos, seguido por um declínio gradativo em profundidade (perfil NA3). No perfil NA2, após o declínio, verifica-se um leve acréscimo nas profundidades de 120-130 e 170-180 cm.

Apesar da falta de dados no perfil NB1 até a profundidade de 40 cm, verifica-se que há uma tendência de incremento em profundidade dos teores do íon cloreto na solução do solo a exemplo do que ocorre no perfil NA2.

As médias por perfil, dos teores do íon cloreto podem ser aqui resumidas:

- perfil NA1 = 16,59 mg/l
- perfil NA2 = 17,31 mg/l

Figura 42 - Distribuição em profundidade dos teores de cloreto na solução extraída das amostras de solo e areia dos perfis analisados.

- perfil NA3 = 12,31 mg/l

- perfil NB1 = 7,63 mg/l

Silício

Analisando a solução do solo obtida das amostras de solo e arena dos perfis NA1, NA2, NA3 e NB1, obteve-se a distribuição em profundidade, dos seus teores em silício apresentados na Figura 43. Percebe-se através da mesma, que o perfil NA2 apresenta na sua camada superficial, teor mais elevado de silício, seguindo por um declínio suave até atingir o teor de 0,97 mg/l na profundidade de 10-20 cm e, a partir daí, manteve-se pouco alterado, mas com uma tendência de leve incremento nas camadas onde há o predomínio da arena granítica amarelada.

No perfil NB1, a mesma tendência é observada e, isto acontece porque segundo MELFI & CERRI (1974), a sílica liberada na hidrólise dos feldspatos permanece parcialmente retida no perfil, quer entrando na constituição de produtos amorfos, quer formando os minerais do grupo da caolinita, considerando também que a remoção da sílica combinada é moderada, pois atinge valores máximos em torno de 50% nos horizontes sobrejacentes da arena.

As médias por perfil dos teores de silício são apresentadas a seguir:

- perfil NA1 = 0,98 mg/l

- perfil NA2 = 1,08 mg/l

- perfil NA3 = 4,70 mg/l

- perfil NB1 = 1,20 mg/l

Figura 43 - Distribuição em profundidade dos teores de silício na solução extraída das amostras de solo e areia dos perfis analisados.

Essas médias estão bem abaixo da média de 20,1 ppm de SiO_2 solúvel (extraído em água destilada), determinado por RAIJ & CAMARGO (1973), para solos do Estado de São Paulo. Entretanto, esses mesmos autores afirmam que o teor de sílica solúvel extraída dos solos varia bastante com os métodos de análise, sendo importante os fatores tempo de contato e relação do volume de solução extraída para peso de solo, bem como o tipo de solução utilizada.

Analisando a média do teor de silício dos perfis que se localizam na vertente NA, percebe-se claramente que a mesma aumenta no sentido descendente da vertente, ou seja, o perfil NA1, localizado na parte mais elevada da vertente, apresenta a média 0.98 mg/l de silício, seguida pela média do perfil NA3 em 4.70 mg/l e tal fato evidencia o processo do fluxo lateral do silício nesta vertente.

MONIZ et alii (1982) corroborará com esses resultados, afirmando que, dependendo da natureza mineralógica do material de origem e da rocha subjacente, os íons ferro, manganês e silício e as bases se concentram na baixa vertente como resultado da ação do fluxo lateral da água.

Sódio

A Figura 44 apresenta a distribuição em profundidade dos teores de sódio na solução do solo. Nos perfis NA1 e NB1, percebe-se que os maiores

Figura 44 - Distribuição em profundidade dos teores de sódio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

teores de sódio na solução do solo ocorre na camada superficial, com valores de 41.04 mg/l no perfil NA1 e 14.2 mg/l no perfil NB1. A tendência observada no perfil NA1, é um declínio abrupto dos seus teores na solução do solo a partir da camada de 15-25 cm de profundidade. Já no perfil NB1 os seus teores declinam lentamente até a camada de 40-50 cm de profundidade, seguindo de um incremento até as camadas onde há o predomínio da arena granítica avermelhada. A tendência observada nos perfis NA2 e NA3 é pelo incremento em profundidade, até as camadas de 20-30 cm de profundidade no perfil NA2 e na camada de 15-25 cm de profundidade do perfil NA3, seguido de um declínio abrupto e incrementos irregulares até a profundidade observada.

As variações observadas nos teores do íon sódio na solução do solo não apresentam nenhuma correlação com as variações nos teores de sódio trocável analisado na fase sólida desses mesmos solos.

As médias por perfil, dos teores de sódio são apresentadas a seguir de maneira resumida:

- perfil NA1 = 16,71 mg/l
- perfil NA2 = 9,25 mg/l
- perfil NA3 = 0,73 mg/l
- perfil NB1 = 6,64 mg/l

A partir dessas médias por perfil percebe-se facilmente a dinâmica do íon sódio na topossequência NA, ou seja, o perfil NA1 que é constituído

por um solo ainda jovem (solo Cambissolo pouco evoluído) apresenta a média de 16,71 mg/l de sódio na solução do solo, seguido, na ordem decrescente do seu teor e na ordem descendente da topossequência pela média do perfil NA2 de 9,25 mg/l e, por último a média do perfil NA3 de 0,73 mg/l, demonstrando desta maneira que o perfil NA1, ainda detém grande parte do sódio proveniente da hidrólise do plagioclásio. Já no caso do perfil NA2, que é constituído por um solo Cambissolo um pouco mais evoluído em relação ao solo do perfil NA1, percebe-se que os teores de sódio decrescem bastante e a mesma tendência de decréscimo é observada no perfil NA3 que é também constituído por um solo Cambissolo e se localiza na parte mais baixa da vertente estudada, evidenciando desta maneira que a remoção do sódio foi acentuada nesses dois últimos perfis, pelo fato de constituírem solos mais evoluídos. Este comportamento observado concorda com a série liotrófica, a qual estabelece que o sódio é o cátion retido pelo solo com menor energia. Em relação ao potássio, magnésio e cálcio MALAVOLTA (1976) afirma que o sódio é o cátion adsorvido pelos colóides do solo com menor energia, como também, não toma parte da formação das argilas minerais como o potássio e o magnésio. O sódio é portanto, sujeito a grandes perdas por lixiviação e se acumula nas águas do mar, enquanto os materiais de decomposição do solo, tornam-se pobres no elemento. MELFI & CERRI (1974) afirmam que o sódio proveniente da hidrólise do plagioclásio, é praticamente eliminado do perfil, já nas primeiras etapas de

meteorização do granito.

Potássio

A distribuição em profundidade dos teores de potássio na solução do solo, é apresentada na Figura 45. Percebe-se que os teores são bastantes elevados atingindo valores de até 110,50 mg/l na porção superficial do perfil NA1, seguindo pelo decréscimo em profundidade. É importante ressaltar que essa mesma tendência é observada nos demais perfis analisados, inclusive no perfil NB1, que está localizado numa outra vertente, caracterizada como NB. O teor de potássio é mais elevado na porção superficial do solo, porque segundo MALAVOLTA (1976), o seu teor na matéria orgânica é mais ou menos da mesma ordem de grandeza do teor de potássio trocável, e, os microorganismos do solo podem atuar na solubilização do potássio da matéria orgânica convertendo-o em potássio solúvel. O mesmo autor afirma também, que os microorganismos podem provocar uma fixação biológica ou incorporar o potássio em suas células, como também, o potássio pode sofrer fixação devido à alta capacidade catiônica do húmus.

Em resumo, o íon potássio na solução do solo se destaca dos demais íons básicos, em função da sua concentração na porção superficial do solo decorrente da mineralização da matéria orgânica promovida pelos microorganismos do solo.

Os teores de potássio na solução

Figura 45 - Distribuição em profundidade dos teores de potássio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

do solo extraídas das amostras de solo e arena são aqui representados em termos de média por perfil:

- perfil NA1 = 32,91 mg/l
- perfil NA2 = 11,21 mg/l
- perfil NA3 = 7,68 mg/l
- perfil NB1 = 11,86 mg/l

Percebe-se que essas médias determinadas estão bem acima da faixa de 2-6 ppm apresentada por MALAVOLTA (1976), sem contudo informar sobre o método utilizado na extração da solução do solo. A ordem decrescente em termos de média do teor de potássio por perfil é a seguinte:

NA1 (32,91 mg/l) > NA2 (11,21 mg/l) > NA3 (7,68 mg/l)

Essas médias refletem muito bem o grau de desenvolvimento de cada um desses perfis, ou seja, o perfil NA1 que é constituído por um solo ainda pouco desenvolvido e localizado na parte mais elevada da vertente, detem ainda na solução do solo, teores elevados de potássio originado do intemperismo dos feldspatos potássicos. Por outro lado, ocorre um declínio bem acentuado da sua concentração na solução do solo no sentido descendente da encosta, ou seja, para os perfis NA2 e NA3, refletindo que esses dois perfis são mais evoluídos e mais lixiviados. As análises micromorfológicas e mineralógicas confirmam esses aspectos. Ainda TARDY (1969) afirma que a dinâmica do potássio no solo, que é, em relação ao sódio ou ao conjunto dos outros cátions

básicos, muito mais liberado quando as soluções são diluídas, os climas úmidos e as lessivagens energéticas. O potássio é solúvel da mesma maneira que o sódio, mas, nas arenas graníticas, ele é retido nos feldspatos potássicos menos alteráveis que os plagioclásios. Em meios bem drenados a alteração dos feldspatos potássicos se acelera e isto tanto mais quando a temperatura se eleva. Desta maneira, em clima tropical úmido, todos os feldspatos são vigorosamente hidrolizados e os balanços dos alcalinos se aproximam, mas, em clima temperado e também em clima árido eles se dispersam, tendo em vista que, as albitas se alteram e os feldspatos potássicos se conservam por mais tempo. Também MELFI & CERRI (1974) corroboram com os resultados obtidos, afirmando que a eliminação do potássio do perfil de alteração é bem mais moderada em relação a eliminação do sódio, porém progressiva e está relacionada a alta estabilidade dos feldspatos potássicos.

Outro detalhe observado através das análises mineralógicas é que esses solos são constituídos predominantemente por argilas caoliníticas e segundo MALAVDLTA (1976), a capacidade de fixação dos colóides constituídos pelas argilas do tipo 1:1, fixam pouco o potássio e por este motivo, os solos tropicais, em que a caolinita é dominante, fixam pouco o potássio.

Cálcio

A figura 46 apresenta a distribuição em profundidade dos teores dos íons cálcio

Figura 46 - Distribuição em profundidade dos teores de cálcio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

na solução do solo dos perfis analisados. Os seus teores são elevados na solução do solo, atingindo valores de até 55,84 mg/l na porção superficial do perfil NA2 e a tendência observada nos perfis NA1, NA2 e NA3 é o declínio em profundidade. O declínio dos seus teores observados no perfil NB1, ocorre até a profundidade de 40-50 cm, seguindo pelo incremento nas camadas onde há o predomínio das arenas graníticas avermelhadas. Nota-se uma leve tendência para incremento dos seus teores nas camadas onde há o predomínio das arenas graníticas amareladas do perfil NA2.

Os seus maiores teores na porção superficial, são provenientes da mineralização da matéria orgânica constantemente depositada pela floresta, na superfície desses solos.

Já no caso dos perfis NB1, o incremento do cálcio nas camadas das arenas graníticas se deve a hidrólise dos feldspatos liberando-o prontamente no complexo coloidal. ROSOLEM (1988) afirma que o cálcio ocorre nos solos nas seguintes formas principais: carbonatos, silicatos, na matéria orgânica, na forma trocável e na solução do solo. O mesmo autor afirma que as diferentes formas de cálcio no solo se encontra em equilíbrio, mas a sua dinâmica ainda não é tão bem estudada como a do potássio.

As médias por perfil dos teores de cálcio na solução do solo, são apresentadas a seguir:

- perfil NA1 = 12,04 mg/l

- perfil NA2 = 18,06 mg/l
- perfil NA3 = 14,98 mg/l
- perfil NB1 = 5,04 mg/l

Apesar da pouca mobilidade do cálcio no solo, verifica-se através da sua média que há um acúmulo desse íon nos perfis subsequentes ao perfil NA1, isto porque, os perfis NA2 e NA3 apresentam maiores teores de cálcio em relação ao perfil NA1.

Magnésio

A distribuição em profundidade dos teores do íon magnésio na solução do solo dos perfis analisados, é apresentada na figura 47. Assim percebe-se, que o íon magnésio apresenta os maiores teores na porção superficial dos perfis analisados, com valores máximos de até 15,78 mg/l na camada de 1-5 cm de profundidade do perfil NA2. É importante observar que a tendência verificada nos perfis NA1, NA2 e NA3 quanto à distribuição em profundidade dos seus teores é bastante similar em relação à do íon cálcio, inclusive quanto à do perfil NB1.

O maior teor de magnésio na porção superficial do solo é decorrente da mineralização da matéria orgânica constantemente depositada pela vegetação.

No caso do perfil NB1, observa-se um ligeiro incremento no seu teor nas camadas onde há o predomínio da arena granítica avermelhada. Este teor mais elevado do magnésio provem de hidrólise dos feldspatos ainda presentes nessas areias.

Figura 47 - Distribuição em profundidade dos teores de magnésio na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

As médias por perfil, dos teores de magnésio são apresentadas a seguir:

- perfil NA1 = 2,6 mg/l
- perfil NA2 = 4,48 mg/l
- perfil NA3 = 2,29 mg/l
- perfil NB1 = 0,77 mg/l

Essas médias determinadas estão bem abaixo da média apresentada por ROSOLEM (1988) que está em torno de 2 a 5 milimoles (24 mg/l), afirmando ainda que, geralmente ocorre em dobro da concentração de potássio. Entretanto na Tabela 12 observa-se que tal afirmativa não é correta, porque o potássio ocorre na solução desses solos com teores sempre bem superiores aos do magnésio.

Por outro lado, ao se comparar seus teores com os teores do cálcio, percebe-se que os teores médios do magnésio são todos inferiores aos do cálcio, isto porque, segundo ROSOLEM (1988), a energia de retenção do magnésio pelo complexo de troca é menor que o do cálcio, tendo como consequência, maior disponibilidade de magnésio às perdas e também maior potencial de lixiviação, em torno 2-30 kg/ha/ano.

Para melhor entendimento da dinâmica dos cátions básicos nas duas topossequências estudadas, será apresentada de maneira resumida as médias por perfil dos teores de cátions básicos analisados conforme segue:

- 10.) Perfil NA1: K(32,91 mg/l) > Na(16,71 mg/l) >
Ca(12,04 mg/l) > Mg(2,60 mg/l);
- 20.) Perfil NA2: Ca(18,06 mg/l) > K(11,21 mg/l) >
Na(9,25 mg/l) > Mg(4,48 mg/l);
- 30.) Perfil NA3: Ca(14,98 mg/l) > K(7,68 mg/l) >
Mg(2,29 mg/l) > Na(0,73 mg/l);
- 40.) Perfil NB1: K(11,86 mg/l) > Na(6,64 mg/l) >
Ca(5,04 mg/l) > Mg(0,77 mg/l);

Manganês

A figura 48 apresenta a distribuição em profundidade dos teores do íon manganês na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis estudados. Os perfis NA1, NA3 e NB1 mostram que os seus maiores teores se concentram na porção superficial dos seus solos, seguindo pelo declínio em profundidade, coincidindo com as camadas em que há predominância da arena granítica avermelhada.

No perfil NA2 verifica-se que o teor de manganês é menor no horizonte superficial (1,83 mg/l) na camada de 1-5 cm e cresce subitamente para teores de 3,38 mg/l na profundidade de 5-10 cm. A partir daí, decresce gradativamente para valores de até 0,21 mg/l na profundidade de 75-85 cm, seguindo por um leve acréscimo até a profundidade observada.

No geral verifica-se que os

Figura 48 - Distribuição em profundidade dos teores de manganês na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

maiores teores de manganês da solução do solo se concentram na porção superior dos perfis analisados e o elemento, segundo MALAVOLTA (1976), provavelmente se encontra no estado de valência +2 pelo fato de ser este, o predominante na solução, embora o estado de valência +3 possa também existir em solução desde que devidamente complexado.

As médias por perfil, dos teores de manganês são apresentadas a seguir:

- perfil NA1 = 0,69 mg/l
- perfil NA2 = 1,12 mg/l
- perfil NA3 = 0,58 mg/l
- perfil NB1 = 0,28 mg/l

Ao compararmos as médias dos teores de manganês na solução do solo dos perfis que compõem a topossequência NA, com os seus respectivos valores de pH, observa-se que há uma perfeita correspondência entre valores: teor de Mn x pH da solução. Assim sendo, o perfil NA2 o qual apresenta o teor mais elevado de 1,12 mg/l apresentou o valor mais elevado do pH igual a 7,32, seguindo pelo perfil NA1 e depois, pelo perfil NA3. Acredita-se portanto que o pH influencia diretamente a solubilidade desse elemento. MALAVOLTA (1976) observa que o potencial redox e o pH tem influencia marcante na forma e distribuição do manganês no perfil. O mesmo autor observa também que as reações químicas responsáveis pela interconversão da forma di, tri e tetra do manganês são influenciadas por bactérias e fungos.

Alumínio

A distribuição em profundidade dos teores do íon alumínio na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis estudados é apresentada na Figura 49. Deve-se salientar que o íon alumínio apresentou valores discrepantes, a exemplo do teor de até 25,52 mg/l determinada na camada de 8-15 cm de profundidade no perfil NA3. A mesma tendência observada neste perfil quanto à sua distribuição em profundidade ocorre com relação ao íon Fe na solução do solo deste mesmo perfil, mas em concentrações bem inferiores à do alumínio.

Com relação aos demais perfis, não se observa nenhuma similaridade quanto à tendência de distribuição em profundidade dos seus teores. Assim sendo, o perfil NA2, apresenta um teor mais elevado na sua superfície, declinando até a profundidade de 30-40 cm, a partir daí, um acréscimo seguido de decréscimo e novamente acréscimo na camada de 220-230 cm de profundidade, onde há predominância da arena granítica amarelada.

As médias por perfil, dos teores de alumínio, são apresentadas a seguir:

- perfil NA1 = 0,23 mg/l
- perfil NA2 = 0,49 mg/l
- perfil NA3 = 4,42 mg/l
- perfil NB1 = 0,34 mg/l

Figura 49 - Distribuição em profundidade dos teores de alumínio na solução extraída das amostras de solo e areia dos perfis analisados.

Com exceção do perfil NA3, os teores de alumínio na solução do solo dos demais perfis são baixos, em decorrência do pH na neutralidade e ligeiramente alcalino. MALAVOLTA (1976) observa que o alumínio permanece em solução em condições ácidas (pH 4,0) ou básicas (pH 9,0) enquanto que, perto da neutralidade, o alumínio pode precipitar na forma de hidróxido. Assim sendo, a quantidade de alumínio na solução do solo está relacionada com o pH da mesma.

Ferro

Com relação à distribuição em profundidade do teor do íon ferro na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados, verifica-se através da figura 50 que o perfil NA2 apresenta uma tendência em concentrar maiores teores na sua porção superficial, seguido pelo declínio gradativo até a profundidade de 120-130 cm, e a partir daí, um acréscimo na camada de 220-230 cm de profundidade, onde há predomínio da arena granítica amarelada. Conforme se observa na mesma figura, não foi possível realizar as análises nos perfis NA1 e NA3, pois os mesmos não apresentam todos os dados.

A tendência em concentrar maiores teores de ferro na porção superficial dos perfis analisados se deve à grande quantidade de complexos de ferro com a matéria orgânica. MALAVOLTA (1976), afirma que o Fe^{+3} inorgânico total em solução varia com o pH e atinge

Figura 50 - Distribuição em profundidade dos teores de ferro na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

um mínimo na faixa de 6,5-8,0, sendo que as espécies hidrolíticas constituem uma porção maior dos íons Fe^{+3} em solução. O mesmo autor, afirma ainda que a química do ferro na solução no solo é complicada pela grande quantidade de ferro coloidal presente e pela relação do ferro com a matéria orgânica.

As médias por perfis, dos teores de ferro na solução do solo, são apresentadas a seguir:

- perfil NA1 = 0,06 mg/l
- perfil NA2 = 0,09 mg/l
- perfil NA3 = 0,60 mg/l
- perfil NB1 = 0,04 mg/l

Analisando essas médias, percebe-se que seus valores são baixos em decorrência do percentual muito pequeno da biotita no material de partida, pois é o mineral que libera o ferro no processo da sua alteração.

Outro detalhe importante a ser observado é que as suas médias apresentadas por perfil, refletem o incremento do seu teor no sentido descendente da encosta em decorrência da ação do fluxo lateral da água, preconizado por MONIZ et alii (1982).

Zinco

A figura 51 apresenta a distribuição em profundidade dos teores do íon zinco na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis estudados. Percebe-se que a sua concentração é

Figura 51 - Distribuição em profundidade dos teores de zinco na solução extraída das amostras de solo e areia dos perfis analisados.

baixa, pois apresenta teores de 0,02 e 0,60 mg/l como valores mínimo e máximo respectivamente. Nos perfis NA2 e NA3, percebe-se que o seu teor é baixo no horizonte superficial e com tendência a acréscimo máximo na profundidade de 20-30 cm, declinando abruptamente para níveis mínimos, conforme já foi mencionado. A falta de dados para os perfis NA1 e NB1 não permite analisar a tendência quanto a sua distribuição em profundidade nos mesmos.

Os teores médios por perfil na solução do solo dos perfis analisados são apresentados a seguir:

- perfil NA1 = 0,07 mg/l
- perfil NA2 = 0,06 mg/l
- perfil NA3 = 0,09 mg/l
- perfil NB1 = 0,04 mg/l

Analisando os teores médios de zinco na solução do solo e os valores médios do pH dos perfis analisados, percebe-se que os teores médios do íon zinco decrescem com o aumento dos valores médios do pH. Isto se explica pelo fato do íon zinco tornar-se insolúvel em pH elevados. MALAVOLTA (1976), afirma que no pH 5,0 a concentração de Zn^{+2} em solução é aproximadamente 10^{-4} (6,5 ppm), já no pH 8,0 é 10^{-10} (0,007 partes por bilhão), isto porque a solubilidade do Zn^{+2} é altamente dependente do pH e diminui 100 vezes para cada incremento de 1 unidade de pH. A deficiência de Zn induzida em solos ácidos por

calagem excessiva pode ser explicada facilmente por essa relação de dependência com o pH. Em valores baixos de pH alguns Zn^{+2} pode estar presente no complexo de troca do solo; em valores altos de pH porém, o nível de Zn^{+2} em solução é tão baixo que muito pouco Zn^{+2} ficará preso ao complexo de troca. SOUZA (1988) também afirma que para valores de pH acima de 7,5, tem-se as formas insolúveis como o $Zn(OH)_2$, $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$.

Outro fator também relacionado com os baixos teores de zinco na solução do solo dos perfis analisados, é devido a mineralogia desses solos ser constituída basicamente por argilas caoliníticas, pois conforme afirma SOUZA (1988) a adsorção do zinco promovida pelas argilas obedecem a seguinte ordem decrescentes:

caolinita > illita > montmorilonita > vermiculita.

Fósforo

A distribuição em profundidade dos teores de fósforo na solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis NA1, NA2 e NA3, está representada na figura 52. Observa-se que as concentrações do íon fósforo na solução do solo extraída das amostras dos perfis NA2 e NA3 são bastante semelhantes. O teor máximo de 0,57 mg/l foi obtido na amostra superficial do perfil NA2, seguindo pelo decréscimo logo na camada subjacente para o teor de 0,18 mg/l, continuando alternadamente com acréscimo e decréscimo em profundidade.

Figura 52 - Distribuição em profundidade dos teores de fósforo na solução extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados.

A mesma tendência é observada no perfil NA3.

O teor de fósforo um pouco mais elevado na porção superficial do solo, é consequência do maior teor de matéria orgânica depositada constantemente na superfície desses solos, o qual, ao se decompor pelos microorganismos, irá fornecer ao complexo de troca, o fósforo de origem orgânica.

As médias por perfil, dos teores de fósforo na solução do solo dos perfis analisados são apresentados a seguir:

- perfil NA1 = 0,31 mg/l

- perfil NA2 = 0,26 mg/l

- perfil NA3 = 0,21 mg/l

Comparativamente essas médias dos teores de fósforo na solução do solo estão acima da média apresentada por RAIJ (1988) que é de 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ (0,1 mg/l). Esse mesmo autor, ainda afirma que apesar dos teores de fósforo serem baixos na solução do solo, ocorre uma constante reposição do fósforo na solução do solo, através da dissolução do fosfato lábil, que está em equilíbrio com o fosfato em solução.

pH

A figura 53 apresenta a distribuição em profundidade dos valores de pH da solução do solo extraída de amostras de solo e arena dos perfis analisados. Nos perfis NA3 e NB1, observa-se que seus valores tendem a um meio neutro nas amostras superficiais

Figura 53 - Distribuição em profundidade dos valores de pH na solução extraída das amostras de solo e areia dos perfis analisados.

e, ligeiramente alcalino em profundidade a partir dos 20-30 cm de profundidade.

Já no perfil NA1, observa-se um ligeiro decréscimo até a profundidade de 15-25 cm e após, segue pelo incremento para valores do meio ligeiramente alcalino. A mesma tendência é observada no perfil NA2, diferindo apenas no pH da amostra superficial que é mais elevado, condicionando o meio ligeiramente alcalino.

Com exceção do perfil NA2, observa-se que o pH da solução do solo tende a ser mais baixo nas camadas superiores dos perfis analisados, apesar da soma dos teores de cátions básicos ser bem mais elevada nesta porção superficial. Tal fato deve estar relacionado ao maior teor de matéria orgânica, e ao maior teor de CO_2 liberado pela respiração edáfica a qual envolve tanto a respiração radicular como também, a respiração da biomassa microbiana. O processo que envolve essa ligeira acidificação é explicado por BULL (1988) de maneira resumida:

a) o CO_2 se dissolve na solução do solo e o ácido carbônico resultante se dissocia liberando o próton H^+ na solução;

b) a dissociação do íon H^+ de grupos carbonílicos e fenólicos da matéria orgânica, fornece prótons ao solo;

c) quando a lixiviação é muito intensa, a concentração da solução do solo se torna extremamente baixa provocando hidrólise de bases trocáveis;

d) o enxofre da matéria orgânica em solos normalmente arejados são transformados para ácidos, pela ação dos microorganismos, através da seguinte reação:

4.2.2.2 - Balanço iônico da solução do solo

Neste item será apresentado os resultados referentes ao balanço iônico realizado para a solução extraída das amostras de solo, e arena dos perfis analisados. Apesar do balanço iônico implicar na quantificação total de todos ânions e cátions, pretende-se demonstrar aqui, a diferença quantitativa entre os totais dos principais ânions e cátions identificados e dosados nas amostras da solução extraída de amostra de solo e arena dos perfis NA1, NA2, NA3 e NB1.

Inicialmente as Tabelas de no. 13 a 16 apresentam os teores médios dos íons na solução do solo, calculados em $\mu\text{ mol/l}$. As Tabelas de no. 17 a 20, apresentam os referidos dados transformados em $\mu\text{ eq/l}$, permitindo assim, avaliar a quantidade e o respectivo saldo dos ânions e cátions identificados e dosados na solução desses solos.

No perfil NA1 percebe-se a ausência de dados referentes ao horizonte A11 (2 - 8 cm) em

Tabela 13. Teores medios ($\mu\text{mol} / \text{l}$) em profundidade, dos ions na solucao do solo para o balanço ionico - Perfil NR1

PROFUNDIDADE: (CM)		$\mu\text{ Mol / l}$															pH
HORIZ.		NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	
A11	2 - 8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1784,6	2826,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6,81
B1	15 - 25	12601,5	3,7	32,7	1156,6	51,7	55,5	433,1	945,3	758,5	324,0	37,5	11,5	2,7	1,0	10,0	6,30
B2	30 - 50	174,2	1,3	20,8	247,1	27,1	104,4	417,4	238,1	277,7	68,2	7,6	7,4	nd	nd	nd	7,54
C1	70 - 80	40,3	1,1	36,8	290,8	40,9	13,8	450,9	113,0	134,7	23,6	3,5	7,4	0,4	nd	nd	7,24
C2	100 - 110	23,5	1,1	26,8	177,4	21,0	23,3	547,0	85,4	30,2	5,8	1,6	7,4	0,4	nd	nd	7,34

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

Tabela 14. Teores medios ($\mu\text{mol} / \text{l}$) em profundidade, dos ions na solucao do solo para o balance ionico - Perfil NR2

HORIZ.	PROFUNDIDADE (CM)	$\mu\text{ mol / l}$															pH
		NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	
A11	1 - 5	23935,5	6,5	595,3	1051,0	112,6	71,1	523,5	446,3	1393,2	648,8	0,33	45,2	5,0	0,6	18,3	7,35
A12	5 - 10	15088,7	6,9	25,7	800,0	58,1	90,0	359,6	661,9	740,3	422,2	61,5	15,6	2,3	1,3	5,8	6,94
B11	10 - 20	11724,2	0,2	51,4	683,5	34,6	116,6	575,7	641,7	610,5	326,1	49,6	11,9	1,8	0,7	8,7	7,40
B12	20 - 30	6054,8	2,4	72,6	841,7	37,4	91,1	856,6	539,6	514,9	207,2	29,8	12,6	1,4	3,6	9,3	7,23
B13	30 - 40	6140,3	15,7	56,0	243,2	14,3	30,5	278,3	230,9	309,8	101,5	11,8	12,2	0,9	0,3	5,8	7,91
B14	40 - 50	12432,3	3,0	56,0	296,8	25,7	21,6	276,1	154,9	202,8	78,9	3,8	18,9	1,1	0,6	6,4	7,45
B21	55 - 65	nd	3,7	53,8	204,8	28,8	124,4	231,8	36,5	238,5	58,7	6,0	23,7	1,1	0,4	9,3	7,24
B22	75 - 85	150,6	1,5	42,0	265,2	19,2	77,7	304,8	122,2	165,4	33,7	4,4	11,5	0,7	0,6	7,7	7,15
B3	120 - 130	108,7	4,3	56,0	344,7	32,4	54,4	326,9	106,4	226,5	46,5	9,1	11,5	0,7	0,4	7,1	7,32
C1	170 - 180	125,5	1,3	79,8	410,4	34,9	180,3	385,7	111,5	242,0	49,3	10,5	14,1	0,9	0,6	7,1	7,12
C2	220 - 230	159,0	3,3	111,0	230,2	26,4	100,0	304,8	101,0	311,1	55,0	3,5	23,3	1,8	0,3	5,8	7,41

Obs.: nd = nao determinado por falta de solucao do solo

Tabela 15. Teores medios (μ mol / l) em profundidade, dos ions na solucao do solo para o balanço ionico - Perfil NAB

HORIZ.	PROFUNDIDADE (cm)	μ Mol / l															pH
		NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	
A1	2 - 8	nd	5,7	991,5	820,9	313,9	121,1	261,7	677,8	1185,6	540,3	44,0	207,6	20,4	1,5	8,7	5,64
A3	8 - 15	nd	6,3	933,3	841,7	796,1	51,1	438,3	464,9	649,9	128,7	10,9	945,9	56,4	9,2	10,9	7,10
B1	15 - 25	nd	9,8	147,8	639,5	98,4	45,5	513,9	350,6	884,7	102,4	19,1	58,2	3,6	0,7	5,8	6,94
B2	25 - 35	nd	1,1	56,0	265,2	79,5	25,0	174,4	185,2	402,4	64,9	15,1	55,5	3,6	0,9	8,1	6,71
B3	40 - 50	nd	3,3	53,7	221,7	27,4	13,3	236,1	126,1	178,6	37,0	4,9	41,8	1,9	0,3	5,8	7,13
C21	95 - 105	159,0	3,0	130,6	209,0	296,9	15,5	178,3	85,4	125,2	27,9	4,4	332,1	18,4	0,4	5,8	7,12
C23	120 - 130.a	150,6	1,9	56,0	287,7	62,4	11,1	290,5	95,9	236,3	34,5	7,0	34,46	1,6	0,9	4,8	7,40
C23	120 - 130.b	209,4	1,3	49,1	161,1	74,1	56,6	226,9	62,9	149,5	30,0	3,6	49,3	2,5	0,4	5,8	7,13
C31	140 - 160.b	41,8	1,1	28,0	123,8	21,7	32,7	140,5	32,5	105,3	30,0	1,8	14,1	0,7	0,4	5,1	7,03
C32	220 - 240.a	0,2	0,2	21,1	106,3	21,0	35,0	120,0	35,3	77,8	17,6	1,1	24,5	0,9	0,4	6,4	7,01
C32	220 - 240.b	33,4	0,7	37,4	142,2	52,0	37,2	142,6	43,2	114,7	23,4	3,1	39,3	1,9	0,3	5,4	6,90

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

Tabela 16. Teores medios (μ Mol / l) em profundidade, dos ions na solucao do solo para o balanco ionico - Perfil NB1

HORIZ. (cm)	PROFUNDIDADE	μ Mol / l												pH		
		NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P
B1	10 - 20	342,0	2,8	20,8	nd	83,4	953,3	617,5	1189,3	247,0	106,5	9,3	7,4	0,7	nd	nd : 6,98
B2	20 - 30	100,5	1,0	12,8	nd	17,5	299,4	462,6	445,0	102,8	25,7	4,9	7,4	0,7	nd	nd : 7,21
B3	30 - 40	40,5	0,6	8,1	nd	60,2	205,5	229,1	250,6	71,6	14,4	4,0	35,2	2,3	nd	nd : 7,16
C11	40 - 50	7,9	0,2	7,3	125,8	38,1	65,5	136,9	126,3	48,9	11,1	3,8	22,2	nd	nd	nd : 7,29
C12	75 - 85 (ap)	5,0	1,1	12,8	110,0	27,8	14,4	211,3	93,1	74,8	13,5	1,8	7,4	nd	nd	nd : 7,11
C21	140 - 160	7,9	0,6	39,4	240,3	27,1	92,7	242,2	184,9	145,5	28,3	7,3	7,4	0,5	nd	nd : 7,42
C32	250 - 260	7,6	1,3	74,4	296,7	54,2	58,3	342,6	148,6	140,4	30,8	6,5	7,4	0,3	0,6	nd : 7,32
C32	250-260 (ap)	5,0	1,1	17,6	160,5	42,4	58,3	132,6	144,7	110,0	21,7	3,6	7,4	0,3	nd	nd : 7,49
C33	260 +	nd	nd	nd	384,5	33,9	nd	222,6	148,3	189,8	30,8	5,1	10,7	0,5	0,7	nd : 7,18

Obs.: nd = nao determinado por falta de solucao do solo

Tabela 17. Balanco ionico da solucao do solo extraida das amostras de um solo Cambissolo sobre um macico granitico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso - Perfil NR13

PROFUND.:		μ eq / l																		
HORIZ.:	(Cm)	NO3-	NO2- SO4 2:	Cl -	TOTAL ANION	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	TOTAL CATION	CATION ANION	pH	
A11	2-8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1784,6	2826,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	4610,8	nd	6,81	
B1	15-25	12601,5	3,7	65,4	1156,6	13827,2	206,8	55,5	433,1	945,3	1517,0	648,0	75,0	34,5	8,1	2,0	30,0	3955,3	-9871,9	6,30
B2	30-50	174,2	1,3	41,6	247,1	464,2	108,4	104,4	417,4	238,1	555,4	136,4	15,2	22,2	nd	nd	1597,5	1133,3	7,54	
C1	70-80	40,3	1,1	73,6	290,8	405,8	163,6	13,8	450,9	113,0	269,4	59,2	7,0	22,2	1,2	nd	1100,3	694,5	7,24	
C2	100-110	23,5	1,1	53,6	177,4	255,6	84,0	23,3	547,0	85,4	60,4	11,6	3,2	22,2	1,2	nd	838,3	582,7	7,34	

Obs.: nd = nao determinado por falta de solucao do solo

Tabela 18. Balanço iônico da solução do solo extraída das amostras de um solo Cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso - (Forfil NR2)

HORIZ.	PROFUND. (CM)	μ eq / l																	TOTAL CATION - ANION	pH
		NO3-	NO2-SO4 2-	Cl-	TOTAL ANION	SI	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	TOTAL CATION			
B11	1-5	23935,5	6,5	1190,6	1051,0	26183,6	450,4	71,1	523,5	446,3	2786,4	1297,6	0,7	135,6	15,0	1,2	54,9	5782,7	-20400,9	7,35
B12	5-10	15088,7	6,9	51,4	800,0	15947,0	232,4	90,0	359,6	661,9	1480,6	844,4	123,0	46,8	6,9	2,6	17,4	3865,6	-12081,4	6,94
B11	10-20	11724,2	0,2	102,8	683,5	12510,7	138,4	116,6	575,7	641,7	1221,0	652,2	99,2	35,7	5,4	1,4	26,1	3513,4	-8997,3	7,4
B12	20-30	6054,8	2,4	145,2	841,7	7044,1	149,6	91,1	656,6	539,6	1029,8	414,4	59,6	37,8	4,2	7,2	27,9	3217,8	-3826,3	7,23
B13	30-40	6140,3	5,7	112,0	243,2	6501,2	57,2	30,5	278,3	230,9	619,6	203,0	23,6	36,6	2,7	0,6	17,4	1500,4	-5000,8	7,91
B14	40-50	12432,3	3,0	112,0	296,8	12844,1	102,8	21,6	276,1	154,9	405,6	157,8	7,6	56,7	3,3	1,2	19,2	1206,8	-11637,3	7,45
B21	55-65	nd	3,7	107,6	204,8	316,1	115,2	124,4	231,8	36,5	477,0	117,4	12,0	71,1	3,3	0,8	27,9	1217,4	nd	7,24
B22	75-85	150,6	1,5	84,0	265,2	501,3	76,8	77,7	304,8	122,2	330,8	67,4	8,8	34,5	2,1	1,2	23,1	1049,4	548,1	7,15
B3	120-130	108,7	4,3	112,0	344,7	569,7	129,6	54,4	326,9	106,4	453,0	93,0	18,2	34,5	2,1	0,8	21,3	1240,2	670,5	7,32
C1	170-180	125,5	1,3	159,6	410,4	696,8	139,6	180,3	385,7	111,5	484,0	98,6	21,0	42,3	2,7	1,2	21,3	1488,2	791,4	7,12
C2	*220-230	159,0	3,3	222,0	230,2	614,5	105,6	100,0	304,8	101,0	622,2	110,0	7,0	69,9	5,4	0,6	17,4	1443,9	829,4	7,41

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

Tabela 20. Balanço iônico da solução do solo extraída das amostras de um solo Cambissolo sobre um maciço granítico de Terra Nova do Norte em Mato Grosso - (Perfil NB1)

HORIZ.	PROFUND. (CM)	μ eq / l																		
		NO3-	NO2-	SO4 2-	Cl-	TOTAL ANION	Si	NH4+	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn	Al	Fe	Zn	P	TOTAL CATION	- ANION	
B1	10-20	342,0	2,8	41,6	nd	386,4	333,6	953,3	617,5	1189,3	494,0	213,0	18,6	22,2	2,1	nd	nd	3843,6	3457,2	6,98
B2	20-30	100,5	1,0	25,6	nd	127,1	70,0	299,4	462,6	445,0	205,6	53,4	9,8	22,2	2,1	nd	nd	1570,1	1443,0	7,21
B3	30-40	40,5	0,6	16,2	nd	57,3	240,8	205,5	229,1	250,6	143,2	28,8	8,0	105,6	6,9	nd	nd	1218,5	1161,2	7,16
C11	40-50	7,9	0,2	14,6	125,8	148,5	152,4	65,5	136,9	126,3	97,8	22,2	7,6	66,6	nd	nd	nd	675,3	526,8	7,29
C12	175-85(ar)	5,0	1,1	25,6	110,0	141,7	111,2	14,4	211,3	93,1	149,6	27,0	3,6	22,2	nd	nd	nd	632,4	490,7	7,11
C21	140-160	7,9	0,6	78,8	240,3	327,6	108,4	92,7	242,2	184,9	291,0	56,6	14,6	22,2	1,5	nd	nd	1014,1	686,5	7,42
C32	250-260	7,6	1,3	148,8	236,7	454,4	216,8	58,3	342,6	148,6	280,8	61,6	13,0	22,2	0,9	1,2	nd	1146,0	691,6	7,32
C32	250-260(ar)	5,0	1,1	35,2	160,5	201,8	169,6	58,3	132,6	141,7	220,0	43,4	7,2	22,2	0,9	nd	nd	798,9	597,1	7,49
C33	260 +	nd	nd	nd	384,5	384,5	135,6	nd	222,6	148,3	379,6	61,6	10,2	32,1	1,5	1,4	nd	992,9	608,4	7,18

Obs.: nd = não determinado por falta de solução do solo

decorrência da baixa quantidade de solução obtida da sua amostra. O horizonte B1 (15 - 25cm) apresenta excesso de ânions e valor de pH = 6,0. Os demais perfis apresentam excesso de cátions e valores de pH entre 7,24 e 7,54.

A tendência verificada neste perfil NA1 é pelo excesso de ânions no horizonte superficial B1 e talvez no horizonte A11 e A12, seguido pelo excesso de cátions a partir do horizonte B2 até a profundidade observada.

A Tabela 17, mostra que o perfil apresenta excesso de ânions, desde o horizonte A11 (1 - 5cm) até o horizonte B14 (40 - 50 cm). A quantidade de ânions decresce significativamente em profundidade, até o horizonte B12 (20 - 30cm) mas, a partir do horizonte B13 (30 - 40cm) há um incremento significativo até o horizonte B14 (40 - 50cm). A partir do horizonte B22, verifica-se uma inversão, passando a existir excesso de cátions com tendência a incremento em profundidade, inclusive nos horizontes constituídos pela arena granítica amarelada.

Com relação ao perfil NA3 não foi possível realizar o balanço iônico da solução do solo obtida a partir dos horizontes A1 até B3, em decorrência da pequena quantidade de solução extraída que impossibilitou a dosagem do NO3 que é o principal ânion, conforme demonstram os demais perfis. Assim sendo, o balanço iônico realizado a partir do horizonte C21 (95-105cm), (Tabela 19), demonstra

o excesso de cátions até o horizonte observado C32 (220 - 240cm). Neste perfil, o excesso de cátions tende a decrescer em profundidade. Outro detalhe observado neste perfil é que os valores de pH não são concordantes com os excessos de cátions, conforme se observa no perfil NA1.

Em função da não disponibilidade da solução do solo dos horizontes superficiais do perfil NB1, o balanço iônico foi realizado a partir do horizonte B1 (10 - 20cm) conforme se observa na Tabela 20, apesar da falta dos teores do ânion cloreto. Percebe-se portanto, o excesso de cátions em todos os horizontes analisados, com tendência a decréscimos significativos até o horizonte C11 (40 - 50 cm), e a partir daí, mantém-se com pequenas variações até a profundidade observada.

Em resumo, observa-se que o excesso de ânions ocorre nos horizontes superficiais, onde os teores de nitratos e ácidos orgânicos são bastantes elevados em decorrência do maior teor de matéria orgânica. Já o excesso de cátions ocorre nos horizontes mais profundos, onde os teores de nitratos e ácidos orgânicos são bem mais reduzidos.

4.2.2.3 - Estudo termodinâmico da solução do solo.

Neste ítem procurou-se aplicar um tratamento sob o ponto de vista termodinâmico no processo de neoformação dos argilo-minerais no solo,

utilizando modelos desenvolvidos por PEDRO (1969) e TARDY (1969).

Assim sendo, a partir das concentrações de Ca, K, Na, SiO₂ e valores de pH da solução do solo extraída das amostras de solo e arena dos perfis analisados, foram elaborados os diagramas de estabilidade dos minerais neoformados no solo, conforme demonstram as Figuras 54 a 57, a partir dos logaritmos das concentrações apresentadas nas tabelas de no. 21 a 24.

Os diagramas do perfil NA1, constantes na Figura 54, demonstram que a estabilidade das amostras se concentram na zona de estabilidade da caolinita. Isto indica, que as concentrações dos íons Ca, K, Na, Si e valores de pH da solução do solo do perfil NA1, condiciona predominantemente a neoformação do argilomineral caolinita. Os diagramas também demonstram que as amostras analisadas condicionam uma fase bastante estável à neoformação da caolinita, isto porque, não se percebe nenhuma amostra direcionando à zona limítrofe da caolinita.

Com relação ao perfil NA3, observa-se através dos seus diagramas constituintes na Figura 56, que as suas amostras se concentram quase na sua totalidade, na zona de estabilidade da caolinita mas, adentrando também na zona de estabilidade da montmorilonita e da microclina.

Tabela 21. Logaritmo das concentrações de Ca, K e Na, para a elaboração dos diagramas de estabilidades dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - Perfil NR1

HORIZ.	PROFUND. (CM)	Ca(Mg/L)	K(Mg/L)	Na(Mg/L)	Ca(M)	K(M)	Na(M)	Si(Mg/L)	SiO2(Mg/L)	pH	2pH
A11	2-8	nd	110,50	41,04	nd	0,00282548	0,001784829	nd	nd	6,81	13,62
B1	15-25	30,40	36,96	9,96	0,00075848	0,00094506	0,000433160	1,45	3,102	6,30	12,60
B2	30-50	11,13	9,31	9,60	0,00027769	0,00023805	0,000417504	0,76	1,625	7,54	15,08
C1	*70-80	5,40	4,42	10,37	0,00013473	0,00011301	0,000450991	1,15	2,460	7,24	14,48
C2	*100-110CM	1,21	3,34	12,58	0,00003019	0,00008540	0,000547104	0,59	1,262	7,34	14,68
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Log Ca(M)	Log K(M)	Log Na(M)	Log [Ca] [H2+]	Log [K] [H]	Log [Na] [H]	SiO2(x)K	Diag K	SiO2(x)Na	Diag Na	SiO2(x)Ca	Diag Ca
nd	-2,549	-2,748	nd	4,261	4,062	0,1	7,4	0,14	13	0,1	18,3
-3,120	-3,025	-3,363	9,480	3,275	2,937	0,9	4,5	0,78	10,8	0,9	16,4
-3,556	-3,623	-3,379	11,524	3,917	4,161	0,9	-4,0	0,9	10	0,9	5
-3,871	-3,947	-3,346	10,609	3,293	3,894	0,3	10	0,9	-1	4,8	16,4
-4,520	-4,069	-3,262	10,160	3,271	4,078	11,9	4,5	155	1,55	115	6,2
-	-	-	-	-	-	115	3	155	7,1	115	18,2
-	-	-	-	-	-	8	-4	8	-1	8	5
-	-	-	-	-	-	8	10	8	13	8	19
-	-	-	-	-	-	115	-4	115	-1	115	5
-	-	-	-	-	-	115	10	115	13	115	19

Obs.: nd = não determinado por falta de solução

Tabela 22. Logaritmo das concentrações de Ca, K e Na, para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - Perfil NR2

HORIZ.	PROFUND. (cm)	Ca(mg/l)	K(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(M)	K(M)	Na(M)	Si(mg/l)	SiO2(mg/l)	pH	2pH
A11	1-5	55,84	17,45	12,04	0,00139320	0,00044619	0,00052361	3,16	6,760	7,35	14,70
A12	5-10	29,67	25,88	8,27	0,00074026	0,00066175	0,00035966	1,63	3,487	6,94	13,88
B11	10-20	24,47	25,09	13,24	0,00061052	0,00064155	0,00057580	0,97	2,075	7,40	14,80
B12	20-30	20,64	21,10	19,70	0,00051496	0,00053952	0,00085675	1,05	2,246	7,23	14,46
B13	30-40	12,42	9,03	6,40	0,00030987	0,00023089	0,00027893	0,40	0,856	7,91	15,82
B14	40-50	8,13	6,06	6,35	0,00020284	0,00015495	0,00027616	0,72	1,540	7,45	14,90
B21	55-65	9,56	1,43	5,33	0,00023852	0,00003656	0,00023180	0,81	1,733	7,24	14,48
B22	75-85	6,63	4,78	7,01	0,00016541	0,00012222	0,00030486	0,54	1,155	7,15	14,30
B3	120-130	9,08	4,16	7,52	0,00022654	0,00010637	0,00032704	0,91	1,947	7,32	14,64
C1	170-180	9,70	4,36	8,87	0,00024201	0,00011148	0,00038575	0,98	2,097	7,12	14,24
C2	220-230	12,47	3,95	7,01	0,00031112	0,00010100	0,00030486	0,74	1,583	7,41	14,82

Log Ca(M)	Log K(M)	Log Na(M)	Log [Ca]	Log [K]	Log [Na]	Log [CH]	SiO2(x)K	Diag K	SiO2(x)Na	Diag Na	SiO2(x)Ca	Diag Ca
-2,856	-3,350	-3,281	11,844	4,000	4,069	4,069	0,1	7,4	0,14	13	0,1	18,3
-3,131	-3,179	-3,444	10,749	3,761	3,496	3,496	0,9	4,5	0,78	10,8	0,9	16,4
-3,214	-3,193	-3,240	11,586	4,207	4,180	4,180	0,9	-4,0	0,9	10	0,9	5
-3,288	-3,268	-3,067	11,172	3,962	4,163	4,163	0,3	10	0,9	-1	4,8	16,4
-3,509	-3,637	-3,555	12,311	4,273	4,355	4,355	11,9	4,5	155	1,55	115	6,2
-3,693	-3,810	-3,559	11,207	3,640	3,891	3,891	115	3	155	7,1	115	18,2
-3,622	-4,437	-3,635	10,858	2,803	3,605	3,605	8	-4	8	-1	8	5
-3,781	-3,913	-3,516	10,519	3,237	3,634	3,634	8	10	8	13	8	19
-3,645	-3,973	-3,485	10,995	3,347	3,835	3,835	115	-4	115	-1	115	5
-3,616	-3,953	-3,414	10,624	3,167	3,706	3,706	115	10	115	13	115	19
-3,507	-3,996	-3,516	11,313	3,414	3,894	3,894	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Obs.: nd = não determinado por falta de solução

Tabela 23. Logaritmo das concentrações de Ca, K e Na, para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - Perfil NR3

HORIZ.	PROFUND. (cm)	Ca(mg/l)	K(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(m)	K(m)	Na(m)	Si(mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	pH	2pH
R1	2-8	47,52	26,50	6,02	0,00118562	0,00067760	0,000261809	8,81	18,847	6,64	13,28
R3	8-15	26,05	18,18	10,08	0,00064994	0,00046486	0,000438379	22,34	47,792	7,10	14,20
B1	15-25	35,46	13,71	11,82	0,00088472	0,00035056	0,000514051	2,76	5,904	6,94	13,88
B2	25-35	16,13	7,24	4,01	0,00040244	0,00018512	0,000174394	2,23	4,771	6,71	13,42
B3	40-50	7,16	4,93	5,43	0,00017864	0,00012606	0,000236150	0,77	1,647	7,13	14,26
C21	95-105	5,02	3,34	4,10	0,00012524	0,00008540	0,000178309	8,33	17,820	7,12	14,24
C23	120-130a	9,47	3,75	6,68	0,00023627	0,00009588	0,000290513	1,75	3,744	7,40	14,80
C23	120-130b	5,99	2,46	5,22	0,00014945	0,00006290	0,000227017	2,08	4,450	7,13	14,26
C31	140-160b	4,22	1,27	3,23	0,00010528	0,00003247	0,000140472	0,61	1,305	7,03	14,06
C32	220-240a	3,12	1,38	2,76	0,00007784	0,00003528	0,000120032	0,54	1,262	7,01	14,02
C32	220-240b	4,60	1,69	3,28	0,00011477	0,00004321	0,000142647	1,46	3,123	6,90	13,80

Log Ca(m)	Log K(m)	Log Na(m)	Log [Ca]	Log [K]	Log [Na]	SiO ₂ (m)	Diag K	Diag Na	SiO ₂ (m)Ca	Diag	Ca
-2,926	-3,169	-3,582	10,354	3,471	3,058	0,1	7,4	0,14	13	0,1	18,3
-3,187	-3,333	-3,358	11,013	3,767	3,742	0,9	4,5	0,78	10,8	0,9	16,4
-3,053	-3,455	-3,289	10,827	3,485	3,651	0,9	-4,0	0,9	10	0,9	5
-3,395	-3,733	-3,758	10,025	2,977	2,952	0,3	10	0,9	-1	4,8	16,4
-3,748	-3,899	-3,627	10,512	3,231	3,503	11,9	4,5	155	1,55	115	6,2
-3,902	-4,069	-3,749	10,338	3,051	3,371	115	3	155	7,1	115	18,2
-3,627	-4,018	-3,537	11,173	3,382	3,863	8	-4	8	-1	8	5
-3,826	-4,201	-3,644	10,434	2,929	3,486	8	10	8	13	8	19
-3,978	-4,488	-3,852	10,082	2,542	3,178	115	-4	115	-1	115	5
-4,109	-4,452	-3,321	9,911	2,558	3,089	115	10	115	13	115	19
-3,940	-4,364	-3,846	9,860	2,536	3,054	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Tabela 24. Logaritmo das concentrações de Ca, K e Na, para a elaboração dos diagramas de estabilidade dos minerais sob o ponto de vista termodinâmico - Perfil NBI

HORIZ.	PROFUND. (CM)	Ca (M g/l)	K (M g/l)	Na (M g/l)	Ca (M)	K (M)	Na (M)	Si (M g/l)	SiO ₂ (M g/l)	pH	2pH
B1	10-20	9,90	46,50	14,21	0,00024700	0,00118901	0,00061799	2,34	5,006	6,98	13,96
B2	20-30	4,12	17,40	10,64	0,00010279	0,00044492	0,00046273	0,49	1,048	7,21	14,42
B3	30-40	2,87	9,80	5,27	0,00007160	0,00025059	0,00022919	1,685	3,605	7,16	14,32
C11	40-50	1,96	4,94	3,15	0,00004890	0,00012632	0,00013693	1,07	2,289	7,29	14,58
C12	*75-85(Car)	3,00	3,64	4,86	0,00007485	0,00009307	0,00021136	0,78	1,669	7,11	14,22
C21	140-160	5,83	7,23	5,57	0,00014545	0,00018487	0,00024224	0,76	1,626	7,42	14,84
C32	250-260	5,63	5,81	7,88	0,00014046	0,00014856	0,00034270	1,52	3,252	7,31	14,62
C32	*250-260(Car)	4,41	5,66	3,05	0,00011002	0,00014473	0,00013264	1,19	2,546	7,49	14,98
C33	260+Ch	7,61	5,80	5,12	0,00018986	0,00014831	0,00022267	0,95	2,032	7,18	14,36
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Log Ca (M)	Log K (M)	Log Na (M)	Log [Ca]	Log [K]	Log [Na]	Log [CH]	Log [CH2+]	SiO ₂ (x) K	Diag K	SiO ₂ (x) Na	Diag Na	SiO ₂ (x) Ca	Diag Ca
-3,607	-2,925	-3,209	10,353	4,055	3,771	3,771	3,771	0,1	7,4	13	13	0,1	18,3
-3,988	-3,352	-3,335	10,432	3,858	3,875	3,875	3,875	0,9	4,5	10,8	10,8	0,9	16,4
-4,145	-3,601	-3,640	10,175	3,559	3,520	3,520	3,520	0,9	-4	10	10	0,9	5
-4,311	-3,899	-3,863	10,269	3,391	3,427	3,427	3,427	0,3	10	-1	-1	4,8	16,4
-4,126	-4,031	-3,675	10,034	3,079	3,435	3,435	3,435	11,9	4,5	1,55	1,55	115	6,2
-3,837	-3,733	-3,616	11,003	3,687	3,804	3,804	3,804	115	3	7,1	7,1	115	18,2
-3,852	-3,828	-3,465	10,768	3,482	3,845	3,845	3,845	8	-4	-1	-1	8	5
-3,958	-3,839	-3,877	11,022	3,651	3,613	3,613	3,613	8	10	13	13	8	19
-3,722	-3,829	-3,652	10,638	3,351	3,528	3,528	3,528	1,5	-4	-1	-1	115	5
-	-	-	-	-	-	-	-	115	10	115	115	115	19

Figura 54 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados em função da concentração dos íons Ca, K, Na e SiO_2 e valores de pH (a 25°C e 1 atm) na solução de solo e arena de um solo cambissolo - perfil NA1.

Figura 55 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados em função da concentração dos íons Ca, K, Na e SiO_2 e valores de pH (a 25°C e 1 atm) na solução de solo e arena de um solo cambissolo - perfil NR2.

Figura 56 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados em função da concentração dos íons Ca, K, Na e SiO_2 e valores de pH (a 25°C e 1 atm) na solução de solo e arena de um solo cambissolo - perfil MA3.

Figura 57 - Diagrama da estabilidade dos minerais neoformados em função da concentração dos íons Ca, K, Na e SiO_2 e valores de pH (a 25oC e 1 atm) na solução de solo e arena de um solo cambissolo - perfil NB1.

Este fato indica que as concentrações dos íons Ca, K, Na, Si e os valores de pH da solução do solo do perfil NA3, possibilita uma ampla faixa de atividade dos seus íons abrangendo as fases, ou as zonas de estabilidade da montmorilonita e microclina. Desta maneira percebe-se que, apesar da caolinita se constituir numa fase bastante estável neste perfil, a atividade dos seus íons proporciona também a neoformação do argilomineral montmorilonita. Também, a atividade do íon potássio presente na solução do solo deste perfil, proporciona uma certa estabilidade do feldspato potássico que é a microclina. É importante salientar que esses fatos não ficaram evidenciados nas análises por difratometria de raios-X.

LEPRUN et alii (1989) analisando a composição das águas de percolação de solos do Estado de Rondônia, concluíram que, apesar do intemperismo elevado dos solos sob condições amazônicas, têm águas com composição em equilíbrio com a montmorilonita e não com a caolinita como poder-se-ia pensar logicamente.

Os diagramas do perfil NA2, constantes na Figura 55, demonstram que as amostras deste perfil se concentram na zona de estabilidade da caolinita, no limite com a zona de estabilidade da gibbsita. Esta tendência observada, significa que as concentrações dos íons Ca, K, Na, Si e valores de pH da solução do solo das amostras do perfil NA2, condicionam majoritariamente a

neoformação do argilomineral caolinita e minoritariamente à formação da gibbsita, ou seja, apesar da caolinita presente nas amostras do perfil NA2, constituir numa fase estável, a atividade dos seus íons extrapola o limite ou a zona de estabilidade da caolinita.

Os diagramas do perfil NB1, constantes na Figura 57, demonstram que as amostras deste perfil se concentram na zona de estabilidade da caolinita, sendo que, apenas uma amostra se posiciona no limite com a zona de estabilidade da gibbsita. Esta tendência idêntica a do perfil NA2, significa que as concentrações dos íons Ca, K, NA, Si e valores de pH da solução do solo das amostras do perfil NB1, condicionam majoritariamente a neoformação da caolinita e minoritariamente à formação da gibbsita. Assim sendo, apesar da caolinita presente nas amostras do perfil NB1, constituir numa fase estável conforme demonstra os seus diagramas, a atividade dos seus íons atinge o seu limite, apresentando portanto, tendência à gibbsitização.

Esses diagramas confirmam de fato as análises mineralógicas da fase sólida das mesmas amostras, as quais foram realizadas através da difratometria de raios - X. Os difratogramas mostram picos bem acentuados da caolinita e picos mais fracos da gibbsita.

4.2.2.4 - Água da fonte.

Neste item serão apresentados

resultados referentes às análises da água de uma nascente localizada no sopé da encosta e entre as duas vertentes estudadas. Os teores dos íons identificados e dosados, são os seguintes:

NO ₃ = < 0,01 mg/l	Fe = 0,07 mg/l
NO ₂ = < 0,01 "	Zn = < 0,02 "
SO ₄ = 3,81 "	P = < 0,01 "
Cl ⁻ = 0,26 "	Ag = < 0,05 "
Si = 14,69 "	B = < 0,02 "
NH ₄ = < 0,20 "	Ba = 0,06 "
Na = 4,39 "	Cd = < 0,02 "
K = 2,96 "	Cr = < 0,05 "
Ca = 1,44 "	Cu = < 0,02 "
Mg = 0,18 "	Pb = 0,11 "
Mn = < 0,01 "	Ni = < 0,02 "
Al = 0,53 "	

Os íons nitrato, nitrito e amônio são encontrados na água da fonte com teores bem abaixo dos valores mínimos dosáveis, contrastando significativamente com os seus teores na solução do solo.

Com relação ao íon sulfato, o seu teor na água da fonte é de 3,81 mg/l, sendo portanto superior aos seus teores médios determinados na solução dos perfis NA1 e NB1.

O íon cloreto dosado na água da fonte apresenta teor igual a 0,26 mg/l, sendo portanto bem inferior em relação às suas médias dosadas na solução do

solo de todos os perfis analisados.

O teor do íon silício na água da fonte é de 14,69 mg/l, sendo portanto bem superior às suas médias determinadas na solução do solo extraída dos solos que constituem os perfis NA1, NA2, NA3 e NB1. Tal fato constitui prova quanto a sua remoção pelo fluxo lateral da água.

O íon sódio dosado na água da fonte apresenta o teor de 4,39 mg/l, sendo portanto, superior à sua média determinada na solução do solo do perfil NA3, mas inferior às suas médias na solução do solo dos perfis NA1, NA2 e NB1. Este fato reflete a sua alta mobilidade e lixiviação dos perfis de alteração.

O teor do íon potássio na água da fonte, apresenta o valor de 2,96 mg/l, sendo bem inferior às suas médias determinadas na solução do solo de todos os perfis analisados.

O íon cálcio dosado na água da fonte apresenta o teor de 1,47 mg/l, sendo portanto, bem inferior em relação às suas médias determinadas na solução do solo de todos os perfis analisados. Este fato reflete bem a sua alta retenção e baixa mobilidade nos perfis de alteração.

O teor do íon magnésio na água da fonte apresenta o valor de 0,18 mg/l, sendo também, bem inferior às suas médias determinadas na solução do solo de todos os perfis analisados. Tal fato, também reflete a sua baixa mobilidade no perfil de alteração devido à sua

retenção pelo complexo de troca.

Com relação ao íon alumínio, o seu teor na água da fonte é de 0,53 mg/l, sendo portanto, superior aos seus teores médios determinados na solução do solo dos perfis NA1, NA2 e NB1, mas, inferior à média do perfil NA3.

Os íons manganês, ferro, zinco e fósforo, apresentam teores < 0.01 , < 0.07 , < 0.02 e < 0.01 respectivamente, sendo portanto, valores bem inferiores às suas médias determinadas na solução do solo dos perfis analisados.

Os demais íons dosados na água da fonte apresentam também valores muito baixos e não há possibilidade de comparar com os teores da solução do solo dos perfis analisados pois, os mesmos não foram determinados na solução do solo.

5 CONCLUSÕES

A interpretação dos resultados obtidos neste trabalho, permite apresentar as seguintes conclusões:

- O quartzo é o mineral dominante na rocha, arena e solo; aparece em grãos isolados, com alguns casos de geminação devido ao agrupamento de vários grãos de quartzo cada um com orientação ótica diferente. No solo e na arena não se percebe modificações químicas nos cristais de quartzo, mas percebe-se sua desagregação física através do processo de fraturamento, tornando-os menores. O processo de fissuração também é evidente em alguns cristais do quartzo, favorecendo a importação de óxidos de ferro nessas fissuras;

- os grãos de quartzo ocupam normalmente 70% do volume dos esqueletos e não apresentam indícios de remanejamento ou transporte;

- a microclina apresenta no início da sua alteração em profundidade, a formação de sericita dispersa num gel de coloração escuro, geralmente no centro do cristal;

- em consequência do início da alteração em profundidade os plagioclásios apresentam a formação de um gel escuro no centro do mineral, denotando a formação da sericita e epídoto, sendo este, em menor proporção à da sericita;

- a biotita apresenta em quantidade bem inferior à dos feldspatos. Seus minerais intactos na rocha,

apresentam coloração marron escuro, enquanto que na arena e solo apresentam coloração vermelho-amarelada;

- a presença da microclina até nos horizontes superficiais e a dos plagioclásios a partir da profundidade de 20 a 30 cm, assim como, teores de silte de até 40,2% denotam que os solos analisados são poucos evoluídos em função do rejuvenescimento proporcionado pela erosão laminar, facilitada pelo modelado montanhoso das duas topossequências.

- todos os perfis analisados apresentam aumento no teor de argila em profundidade sem contudo apresentar gradiente textural que caracteriza solos com horizonte B textural;

- a estrutura bastante forte e coesa do solo na faixa de 55 a 110 cm do perfil NA2 se deve à sua textura argilosa e a alternância de umedecimento e dessecação;

- a diferença demasiadamente elevada no grau de floculação nos perfis analisados é atribuída à fração argila coloidal nos horizontes mais profundos e a matéria orgânica nos horizontes superficiais;

- a formação acentuada de microagregados características dos oxissolos, na medida em que se aprofunda nos perfis NA2 e NA3, se deve à intensificação no grau de floculação das argilas;

- os perfis estudados apresentam características de solos cambissolos com caráter distrófico

e algumas variações em termos de evolução;

- valores de 2,5 a 2,6 de densidade real denotam que esses cambissolos são dominados pela fração areia;

- as migrações das substâncias húmicas se processam em profundidade, atingindo os horizontes mais profundos, mesmo diante da pouca permeabilidade da areia;

- as amostras superficiais da fração silte demonstram nos difratogramas de raios - X, picos acentuados que denotam a dominância do quartzo, enquanto que nas amostras de profundidade, seus picos se equiparam com os da caolinita e gibbsita;

- os difratogramas de raios - X da fração argila das amostras de solo e areia desses cambissolos apresentam picos bem acentuados de caolinita e picos mais fracos de gibbsita, indicando a dominância da caolinita, como também denota a homogeneidade bastante elevada do material de partida nas duas topossequências NA e NB;

- os altos teores dos íons nitrato e amônio na solução do solo dos horizontes superficiais desses cambissolos demonstram a forte atividade da biomassa microbiana na mineralização da matéria orgânica;

- a solução do solo desses cambissolos é rica em cátions mono e bivalentes, conferindo desta maneira, valores de pH neutro nos horizontes superficiais e ligeiramente alcalino nos horizontes mais profundos;

- a distribuição em profundidade, dos teores de íons da solução do solo extraída das amostras de

solo e arena desses cambissolos, reflete a atividade da biomassa microbiana na superfície do solo e ação do intemperismo nos horizontes da arena e do granito em alteração;

- os íons SO_4 , Si, Al, Fe da solução do solo apresentam nítidas evidências das suas migrações promovida pelo fluxo lateral da água;

- os maiores teores de Na e K da solução do solo do perfil NA1 denotam o fornecimento ativo desses íons a partir da alteração dos feldspatos do granito subjacente;

- a solução do solo extraída das amostras desses cambissolos apresenta teores de Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , SiO_2 e valores de pH que propiciam a neoformação de argilominerais que se concentram na zona de estabilidade da caolinita com alguma tendência à zona de estabilidade da gibbsita.

- a neoformação de argilo-mineral na zona de estabilidade da montmorilonita observada no perfil NA3, se deve ao acúmulo expressivo do silício, proporcionado pelo seu fluxo lateral ocorrido na vertente NA.

6 LITERATURA CITADA.

- BECKWITH, R. S. & REEVE, R. - Studies of soluble silica in soils: I. Aust. J. Soil Res. 1:157-168, 1963.
- BLAKE, G. R., 1965 - Particle density. Bulk density. In: C.A. BLACK (ed.). Métods of soil analysis, Madison, Wise. American Society of Agronomy, pp.371 - 390 (Agronomy, 9).
- BONNEAU, M. & SOUCHIER, B. - Constituants et propriétés du sol. In Pédologie. Masson Editeur - Paris, New York, Barcelone, Milan, 1979.
- BREWER, R. - Fabric and mineral analysis of soils. John Willy & Sons, New York, 1964. 470 pg.
- BRADY, N. C. - Natureza e propriedades dos solos 5a. Edição. Livraria Freitas Bastos S.A. 1979.
- BULL, L. T. - Acidez e calagem. In: Simpósio sobre interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação, FCA/UNESP, Botucatu/SP, 1988.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, J.; JONGERIJUS, A.; STOOPS, G. & TURSIONA, T. - "Hand-book for soil thin section description". International Society of Soil Science (sem data).
- CATANI, R. A. & GALLO, J.R. - A extração do manganês e suas formas de ocorrência em alguns solos do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 11:225 - 266, 1951.
- CERRI, C.C. - Contribuição ao estudo das arenas graníticas - caracterização mineralógica e química de uma topossequência da região de Itu/SP. São Paulo, 1974.

- 130 p. (M.S. - Universidade de São Paulo).
- CERRI, C.C. - Alteração e pedogênese em áreas graníticas situadas sob diferentes condições bioclimáticas encontradas no Brasil. São Paulo, 1979. 241 p. (Doutorado - Universidade de São Paulo).
- CHENG, B.T. & QUELLETE, G.J. - Manganese availability in soil. *Soil. Fertil., Harpender*, 34:589-595, 1971.
- CHRISTENSEN, P.D.; TOTH, S.J.; BEAR, F.E. - Status of soil maganese as influenced by maisture, organic matter and pH. *Proc. Soil Sci. Soc. Am, Madison*, 15:279-282, 1950.
- CLEMENTE, C.A. - Alterações e solos desenvolvidos sobre rochas vulcânicas ácidas da formação Serra Geral nos planaltos de Guarapuava e Palmas, região centro sul do Estado do Paraná - Tese de Doutorado - ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 1988.
- DELMAS, A.B. - Apport de la cinetique dans laconnaissance dos phenomenes d'alteration. *Science du Sol*, 2-3, p. 125-136, 1979.
- DELVIGNE, J. & MARTIN, H. - Analyse à la microsonde életronique de l'alteration des plagioclases en kaolinite por l'intermediaire d'une phase amorphe. *Cah. ORSTOM Sér. Géol.*, vol. II, No. 2:259-295, 1970.
- DUCHAUFOUR, Ph. - L'évolution des sols - essai sur la dynamique des profils. Masson et Cie, Editeurs. 120, Boulevard Saint - Germain, Paris, 1968.
- EMBRAPA/SNLCS. - Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1979.

- FELLER, C. - Une methode de fractionnement granulometrique de la matiere organique des sols. Application aux sols tropicaux, à textures grossières très pauvres en humus. Cahiers. ORSTOM, sér. Pedol., vol. XVIII No. 4, Paris, 1979.
- FUJIMOTO, C.K. & SHERMAN, G.D. - The effect of drying, heating and wetting on the level of exchangeable in Mn in Harvaian soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 10:107-112, 1945.
- GIFFORD, R.D. & FRUGOLI, D.M. - Silica Sources in soil solution. Nature 145 - 386 - 388, 1964.
- HARRIS, R.C. & ADAMS, J.A.S. - Geochemical and mineralogical changes in the weathering of granite rocks. American Journal of Science 264, 146 - 173, 1966.
- HIGA, N.T. - Análise química e termodinâmica a solução de um solo cambissolo sob floresta Amazônica num maciço granítico de Terra Nova do Norte-MT. In "XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo" -Campinas/SP - 19 a 25 de Julho de 1987.
- JACKSON, M.L. - Soil chemical analysis. Advanced course, 2nd Edition, 7 Th printing. Publ. Univ. of Wisconsin, Madison, 1969, 895p.
- KHANNA, P.K. & MISHRA, B. - Behaviour of manganese in some acid soil in western germany in relation to pH and air - drying. Geoderma, Amsterdam 20:289-297, 1978.
- KINJO, T.; MARCOS Z.Z. & JACOB, O.M. - Produção de nitrato por incubação de amostras do horizonte Ap. de solos da

- região canavieira de Piracicaba. Revista Brasileira de Ciência do Solo V.2, Maio/Agosto -1978.
- KRONBERG, B.I.; FYFE, W.S.; NESBITT, H.W.; MELFI, A.J. - Kinetics and geochemistry of weathering. In Proceedings from II International Seminar of Lateritisation Processes, 1982.
- KUPPER, A.; SACCHETTO, M.T.O.; RAIJ, B. von - formas e níveis de manganês em alguns solos com e sem calagem. Bragantia, Campinas, 27:XV - XVII (Nota 6), 1968.
- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. - Manual de descrição e coleta de solo no campo. SBCS/SNLCS - 2a. edição. Campinas 1984.
- LEPRUN, J.C.; SANTOS, R.D.; CERRI, C.C. - Composição das águas de percolação de solos do Estado de Rondônia. Geochimica Brasiliensis, 3(1): 23-31, 1989.
- MALAVOLTA, E. - Manual de química agrícola. Editora Agronômica Ceres LTDA. São Paulo, 1976.
- McKEAGUE, J.A. & CLINE, M.G. - Silica in soil. Adv. Agron. 15:339 - 396, 1963.
- McKEAGUE, J.A. & CLINE, M.G. - Silica in soil solution. I. The form and concentration of dissolved silica in aqueous extracts of some soils. Can. J. Soil Sci, 43:70-82, 1963.
- MELFI, A.J. - Intemperismo de granitos e diabásios do município de Campinas e arredores, Estado de São Paulo - SP - 1967. 166 p. (Doutorado FFCL-USP).
- MELFI, A.J.; CERRI, C.C.; KRONBERG, B.I.; FYFE, W.S.; McKINNON, B. - Granitic weathering: a Brazilian study.

- Journal of Soil Science, 34, p.841-851, 1983.
- MELFI, A.J. & CERRI, C.C. - Contribuição ao estudo da alteração superficial de rochas graníticas - Evolução dos feldspatos para minerais do grupo da caolinita através de uma fase amorfa. Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre 27, p. 39-47, 1974.
- MILLER, F. - Physical, chemical and mineralogical properties related to the micromorfology of the Canfield Silt-Loam a Fragindalf. Ph.D. Dissertation. Ohio State University, 161 p., 1965.
- MISRA, S.G. & MISHRA, P.G. - Availability of Mn as effected by carbonate addition. Pl. Soil, Hague, 30:290-298, 1969.
- MONIZ, A.C; BUOL, S.W. & WEERD, S.B. - Formation of an Oxisol - Ultisol transition in São Paulo, Brasil: II. Lateral dynamics of chemical weathering. Soil Science Soc. Am., J. Vol. 46, 1982.
- MURADKA, T.; NEPTUNE, A.M.L.; NASCIMENTO FILHO, V.F. - Avaliação da disponibilidade de zinco e de manganês do solo para o feijoeiro. II. Manganês. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 7:177-182, 1983.
- NIMER, E. - Climatologia do Brasil. SUPREN-IBGE, Rio de Janeiro, 1979.
- NOVIKOFF, A.; TSAWLASSON, G.; GAC, J.Y.; BOURGEAT, F.; TARDY, Y. - Alteration des biotites dans les arenés des pays tempérés, tropicaux et équatoriaux - Sc. Géol.bull., 25,4:287-305, 1972.

- PACES, T. - Steady state kinetics and equilibrium between groundwater and granitic rock. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 37, p.2641-2663, 1973.
- PAGE, E.R. - Studies on soil and plant manganese. II. The relationship of soil - pH to manganese availability. *Pl. Soil*, Hague, 16:247-257, 1962.
- PAVAN, M.A. & MIYAZAWA, M. - Disponibilidade do manganês no solo; dificuldades e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas - SP. V.8 No. 3, p. 289-289, Set./Dez. 1984.
- PEDRO, G. - A alteração das rochas em condições superficiais (perimorfismo) - caracterização geoquímica dos processos fundamentais. Tradução de Adolpho José Melfi. *Notícias Geomorfológicas*, Campinas, 9 (17), Junho - 1969. 3 a 14 p.
- PROJETO RADAMBRASIL. - Levantamento de Recursos Naturais. Folha SC.21 Jurueia, Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1980. 458 p.
- RAIJ, B. van - Avaliação da fertilidade do solo. Instituto da Potassa & Fósforo. Piracicaba - SP, Setembro - 1981.
- RAIJ, B. van - Fósforo do solo. In: Simpósio sobre interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 1988.
- RAIJ, B. van & CAMARGO, O.A. - Sílica solúvel em solos. *Bragantia* Vol. 32, Campinas, Julho/1973.
- REICHARDT, K. - Capacidade de campo. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*. Campinas - SP. V.12, No.3, p. 211 e

212, set./dez. 1988.

REICHARDT, K. - Processos de transferência no sistema solo-planta - atmosfera. Fundação Cargill, Campinas, 1985.

REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; MEIRELLES, N.M.F.; FERREIRA, H.F.F.; ZAGATTO, E.A.G.; MATSUI, E. - Extração e análise de nitratos em solução do Solo. Revista Brasileira de Ciência do solo. Campinas - SP. V.1, Nos. 2,3; maio/dez. 1977.

ROBERT, M. - Etude experimentale de la désagregation du granite et de l'évolution des micas. Thèse Sci., Paris, 194 p., 1970.

RODRIGUES E SILVA, F.B. - Os Cambissolos da porção central da província estrutural da Mantiqueira e suas relações com os latossolos: alteração e pedogênese. São Paulo, 1985. 261 p. (Doutorado - Universidade de São Paulo).

RODRIGUES, T. E. - Caracterização e gênese de solos Brunos do maciço alcalino de Poços de Caldas (MG). Tese Doutorado. ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 1984.

ROSOLEM, C.A. - Interpretação dos teores de bases trocáveis do solo. In: Simpósio sobre interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação, FCA/UNESP, Botucatu/SP, 1988.

SCHUYLENBORGH, J.van. - Weathering and soil-forming process in the tropics. In: UNESCO. Soils and tropical Weathering. Proceedings of the Bandung Symposium - 16 to 23 November 1969. Paris 1971.

SIQUEIRA, J. O. & FRANCO, A. A. - Biotecnologia do solo -

- fundamentos e perspectivas. MEC - ESAL - FAEP - ABEAS, Brasília-DF, 1988.
- SOUZA, E. C. A. - Micronutrientes do solo. In: Simpósio sobre interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação, FCA/UNESP, Botucatu/SP, 1988.
- TARDY, Y. - Géochimie des alterations - étude des arenés et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. Memoires du Service de la Carte Geologique d'Alsace et de Lorraine No. 31. Université de Strasbourg. Strasbourg, 1969. 199p.
- TARDY, Y.; BOCQUIER, G.; PAQUET, H.; MILLOT, G. - Formation of clay from granite and its distribution in relation to climate and topography. Geoderma 10, 1973.
- VETTORI, L. - Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, EPFS, 1969. 34 p. (Boletim Técnico No. 7).
- VITTI, G.C. - Enxofre do solo. In: Simpósio sobre interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação, FCA/UNESP, Botucatu/SP, 1988.

7 APÊNDICE.

7.1 - Características Morfológicas

Topossequência NA

. Descrição geral

Perfil NA1

Data = maio/1986

Classificação = Cambissolo Tb, não álico. A proeminente, textura média, floresta ombrófila aberta tropical, relevo forte ondulado, substrato granito.

Situação, declive e cobertura vegetal = perfil localizado no topo da vertente com declive de 15%, floresta primitiva.

Altitude = 200 a 300 metros.

Litologia e cronologia = granito intrusivo Teles Pires do Grupo Uatamã, pré-cambriano superior.

Material originário = produto da alteração da rocha supracitada.

Pedregosidade = alguns calhaus na superfície do solo.

Rochosidade = vários matacões na superfície do solo.

Relevo local = montanhoso.

Relevo regional = forte ondulado.

Erosão = laminar ligeira.

Drenagem = bem drenado.

Uso atual = nenhum.

Clima = Am (Koppen) - clima equatorial quente úmido.

. Descrição Morfológica

(A11) 2 - 8 cm: Cor 10YR 3/2 (bruno acinzentado muito escuro), 43,5% cascalho, 56,5% TFSA; textura franca-arenosa, estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; muitos poros pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; poucos nódulos minerais ferruginizados, tamanho variado, duro, forma irregular, cor vermelha; transição gradual; muitas raízes finas e médias; alguns blocos de

granito pouco alterado mantendo a sua cor cinza na parte mais interna, avermelhada na região semi-alterada e amarelada na sua periferia;

(A12) 8 - 15 cm: Cor 10YR 4/4 (bruno amarelado escuro); 62,6% cascalho, 37,4 % TFSA; textura franca-arenosa; estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso; poucos nódulos minerais ferruginizados, tamanho variado, duro, forma irregular, cor vermelha; transição gradual; muitas raízes finas e médias; alguns blocos de granito pouco alterado mantendo a sua cor cinza na parte mais interna, avermelhada na região semi-alterada e amarelada na sua periferia;

(B1) 15 - 25 cm: Cor 10YR 5/6 (bruno amarelado); 53,0% cascalho, 47,0% TFSA; textura franca-argila-arenosa; estrutura em blocos subangulares, média, fraca; poros comuns, pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso; poucos nódulos minerais ferruginizados, tamanho variado, duro, forma irregular, cor vermelha; transição gradual; muitas raízes finas e médias; alguns blocos de granito pouco alterado, mantendo a sua cor cinza na parte mais interna, avermelhada na região semi-alterada e amarelada na sua periferia;

(B2) 30 - 50 cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado); 41,7% cascalho, 58,0% TFSA; textura franca-argilosa; estrutura em blocos subangulares, média, fraca; poucos poros, pequenos; consistência, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poucos nódulos minerais ferruginizados, tamanho variado, duro, forma irregular, cor vermelha; transição abrupta para as rochas; vários blocos de granito pouco alterado, mantendo a sua cor cinza na parte mais interna, avermelhada na região semi-alterada e amarelada na sua periferia;

(C1) 70 - 80 cm: Granito pouco alterado, apresentando regiões com cor vermelha em função da alteração do granito; nas fissuras das rochas, desenvolve solo de cor bruno amarelado;

(C2) 100-110 cm: Camada apresentando arena vermelho-amarelada, friável tendo na sua base uma faixa de 1,5 cm de espessura com processo de hidromorfia incipiente.

. Descrição geral

Perfil NA2

Data = maio/1986

Classificação = Cambissolo Tb não álico, A moderada, textura média, floresta ombrófila aberta tropical, relevo forte ondulado, substrato granito.

Situação, declive e cobertura vegetal = Perfil localizado no terço médio da vertente com declive de 15%, floresta primitiva.

Altitude = 200 a 300 metros.

Litologia e cronologia = granito intrusivo Teles Pires do Grupo Uatumã, pré-cambriano superior.

Mateiral originário = produto da alteração da rocha supracitada.

Pedregosidade = raros calhaus na superfície do solo.

Rochosidade = ausente.

Relevo local = montanhoso.

Relevo regional = forte ondulado.

Erosão = laminar ligeira.

Drenagem = bem drenado.

Uso atual = nenhum.

Clima = Am (Koppen) clima equatorial quente úmido.

. Descrição Morfológica

(A11) 1- 5 cm : Cor 10YR 3/2 (bruno acinzentado muito escuro); 19,0% cascalho, 81,0% TFSA; franco arenoso; estrutura grumosa, pequena, fraca; muitos poros pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso; transição clara; muitas raízes finas e médias; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.

(A12) 5 - 10 cm: Cor 10YR 4/6 (bruno amarelo escuro); 14,6% cascalho, 85,4% TFSA; franco argilo arenoso; estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; muitos poros pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição difusa; raízes comuns, finas, médias e algumas grossas, alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.

(B11) 10 - 20 cm: Cor 10YR 5/6 (bruno amarelado); 10,8% cascalho, 89,2 % TFSA; franco argilo arenoso; estrutura em blocos subangulares, pequena, moderada; poros comuns, pequenos, consistência friável não plástico, não pegajoso; transição difusa; muitas raízes finas e algumas médias, alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.

- (B12) 20 - 30 cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado); 21,8% cascalho; 78,2 % TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura em blocos subangulares, média, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável não plástica, não pegajoso; transição gradual, irregular; poucas raízes finas, algumas médias; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (B13) 30 - 40 cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado); 28,9% cascalho, 71,1 % TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura em blocos subangulares, média, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável não plástico, não pegajoso; transição gradual, irregular, poucas raízes, finas, algumas médias, alguns nódulos ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (B14) 40 - 50 cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado); 24,4% cascalho; 75,6% TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura em blocos subangulares, média, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição gradual, irregular, poucas raízes finas e médias; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (B21) 55 - 65 cm: Cor 5YR 5/8 (vermelho amarelado); 28,2% cascalho; 71,8 % TFSA; argila; estrutura em blocos angulares, média, forte; poucos poros pequenos; consistência firme ou coeso, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual, irregular; poucas raízes finas e médias; alguns nódulos ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (B22) 75 - 85 cm: Cor 5YR 5/8 (vermelho amarelado); com línguas de material com cor 7,5YR 6/8 (amarelo-avermelhado) que desenvolvem nas fissuras; 21,6 % cascalho; 78,4 % TFSA; argila; estrutura em blocos angulares, média, forte; poucos poros, pequenos; consistência firme ou coeso, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual, irregular; raízes raras, finas, alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelho; alguns blocos de granitos isolados.
- (B3) 120-130 cm: Cor 5YR 5/8 (vermelho amarelado); 17,4% cascalho; 82,6 % TFSA; franco-argiloso; estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição difusa, irregular; raízes raras, finas; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor

- vermelha.
- (C1) 170-180 cm: Cor 5YR 5/8 (vermelho-amarelado); com alguns bolsões de material amarelado; 15,2% cascalho 84,8% TFSA; franco-argiloso; estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição difusa, irregular; raízes raras, finas; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha; matacões de granito ao nível de 190cm de profundidade.
- (C2) 220-230 cm: Cor 5YR 5/8 (vermelho amarelado); 27,2% cascalho; 72,8% TFSA; franca-argila-arenosa; estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; presença de uma raiz grossa, algumas raízes finas; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha; predomínio de arena amarelada e matacões de granito ainda intactos.

. Descrição geral

Perfil NAB

Data = maio/1986

Classificação = Cambissolo Tb não álico, A moderada, textura média, floresta ombrófila aberta tropical, relevo forte ondulado, substrato granito.

Situação, declive e cobertura vegetal = perfil localizado no terço inferior da vertente com declive de 20%, floresta primitiva.

Altitude = 200 a 300 metros.

Litologia e cronologia = granito intrusivo Teles Pires do Grupo Uatumã, pré-cambriano superior.

Material originário = produto da alteração da rocha supracitada.

Pedregosidade = vários calhaus na superfície do solo.

Rochosidade = diversos matacões na superfície do solo com dimensões variadas, afloramentos de matacões maiores bem próximo ao perfil.

Relevo local = montanhoso.

Relevo regional = forte ondulado.

Erosão = laminar ligeira.

Drenagem = bem drenado.

. Descrição Morfológica

(A1) 2 - 8 cm : Cor 10YR 3/2 (bruno acinzentado muito

- escuro); 32,1 % cascalho, 67,9 % TFSA; franco-arenoso; estrutura subangular, pequena, fraca; muitos poros pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso, transição clara; muitas raízes finas e médias; alguns nódulos ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (A3) 8 - 15 cm: Cor 10 YR 4/3 (bruno escuro); 38,9% cascalho, 61,1% TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura subangular, pequena, fraca; muitos poros pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso; transição gradual; muitas raízes finas, algumas médias; vários blocos de granito; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (B1) 15 - 25 cm: Cor 10YR 4/3 (bruno-escuro), 52,6% cascalho; 47,4% TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura subangular pequena, fraca; muitos poros pequenos; consistência, friável, não plástico; não pegajoso; transição gradual; muitas raízes finas e médias; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha; vários blocos de granitos intactos.
- (B2) 25 - 35 cm: Cor 10YR 4/4 (bruno escuro); 42,9% cascalho; 57,1 % TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura subangular, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso; transição gradual; raízes comuns, finas; blocos pequenos e isolados de granito; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (B3) 40 - 50 cm: Cor 10YR 5/6 (bruno amarelado), 36,5% cascalho; 63,5 % TFSA; franco-argiloso; estrutura subangular, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual; raízes comuns, finas; alguns nódulos minerais ferruginizados, duro, cor vermelha.
- (C21) 95 - 105cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado), 27,4% cascalho; 72,6 % TFSA; franco; estrutura em blocos subangulares média, fraca; poros comuns, pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso; transição difusa, raízes comuns, finas; alguns blocos isolados de granito, dominância da arena granítica amarelada.
- (C22) 120-130 cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado); 24,6% cascalho; 75,4 % TFSA; franco; estrutura em blocos subangulares, média, fraca; poros comuns, pequenos; consistência, friável, não plástico, não pegajoso;

- transição difusa; raízes comuns, finas; alguns blocos de granitos isolados.
- (C31) 140-160 cm: Cor 10YR 5/8 (bruno amarelado); 23,1% cascalho, 76,9% TFSA; franco; estrutura subangular, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição difusa, raízes poucas, finas; alguns blocos de granito ainda intactos; dominância da arena granítica amarelada.
- (C32) 220-240 cm: Cor 10YR 5/ (bruno amarelado); 29,2% cascalho; 70,8% TFSA; franco-arenoso; estrutura em blocos subangulares, pequena, fraca; poros comuns, pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; raízes poucas, finas; dominância da arena granítica amarelada mais clara.

Topossequência NB

. Descrição geral

Perfil NB1

Data maio/1986

Classificação = Cambissolo Tb não álico, A moderada, textura média, floresta ombrófila aberta tropical, relevo forte ondulado, substrato granito.

Situação, declive e cobertura vegetal = perfil localizado no terço médio da vertente com declive de 25%, floresta primitiva.

Altitude = 200 a 300 metros.

Litologia e cronologia = granito intrusivo Teles Pires do Grupo Uatumã, pré-cambriano superior.

Material originário = produto da alteração da rocha supracitada.

Pedregosidade = vários calhaus na superfície do solo.

Rochosidade = diversos matacões na superfície do solo com dimensões variadas.

Relevo local = montanhoso.

Relevo regional = forte ondulado.

Drenagem = bem drenado.

. Descrição Morfológica

(A1) 0-10 cm : Cor 10YR 3/3 (bruno acizentado) muito escuro; 22,2% cascalho, 77,8% TFSA; franco arenoso; estrutura grumosa, pequena fraca; muitos poros pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição clara; raízes finas e médias abundantes;

(B1) 10-20 cm: Cor 10YR 3/4 (bruno amarelado); 34,7% cas-

- calho; 65,3% TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura em blocos subangulares, pequena, moderada; poros comuns, pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição gradual; algumas raízes médias e finas;
- (B2) 20-30 cm : Cor 10YR 4/3 (bruno amarelado); 60,3% cascalho, 39,7% TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura em blocos subangulares, média moderada; poros comuns, pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição difusa.
- (B3) 30-40 cm : Cor 10YR 4/4 (bruno amarelado); 50,6% cascalho, 49,4% TFSA; franco-argilo-arenoso; estrutura em blocos subangulares, média, moderada; poros comuns, pequenos; consistência friável, não plástico, não pegajoso; transição difusa e irregular.
- (C11) 40-50 cm: Amostra constituída pela arena granítica avermelhada; cores variadas: 2,5 YR 4/6 (= 80%), 10 YR 4/6 (= 20%); 41,0% cascalho, 59,0% TFSA; franco argiloso,
- (C12) 75-85 cm: Amostra constituída pela arena granítica avermelhada; cores variadas: 2,5 YR 4/6 (= 80%), 7,5 YR 4/6 (= 20%); 23,9% cascalho; 76,1% TFSA; franco argiloso,
- (C21) 140-150 cm: Amostra constituída pela arena granítica avermelhada; cores variadas: 10 R 4/8 (= 35%); 10YR 5/8 (= 35%); 2,5 YR 5/8 (= 30%); 14,5% cascalho, 85,5% TFSA; franco-arenoso.
- (C31) 200-210 cm: Amostra constituída pela arena granítica avermelhada; cores variadas: 10 R 4/8 (= 60%), 2,5 YR 5/8 (= 40%); 13,9% cascalho, 86,1% TFSA; franco arenoso.
- (C32) 250-260 cm: Amostra constituída pela arena granítica mais evoluída, coletada na mesma profundidade da arena granítica friável; 11,9% cascalho, 88,1% TFSA; franco arenoso.
- (C32) *250-260 cm: Amostra constituída pela arena granítica friável; 12,8% cascalho, 87,2% TFSA; franco.
- (C33) 260+ cm : Amostra constituída pela arena granítica friável; 11,2% cascalho, 88,8% TFSA; franco-arenoso.

7.2 - Descrição Micromorfológica

Topossequência NA

Perfil NA2

(A11) 1 a 5 cm de profundidade:

Fundo Matricial:

- Esqueleto: Abundante representando 40% do volume total do fundo matricial; constituído quase que exclusivamente de grãos de quartzo (75%) angulosos, alguns bem fraturados, os quais irão se dispersar em fragmentos menores no plasma; ocorrência esparsa de fragmentos em alteração de feldspato potássico na forma de microclina (15%), constituindo ocasionalmente grãos complexos de minerais juntamente com quartzo conservado e a microclina, em alteração mas muito bem caracterizada ainda e com suas fraturas de borda já ferruginizada ocorrência esparsa de palhetas de biotita (5%) já bem alterada; em igual os minerais em alteração estão impregnados por compostos de ferro de coloração vermelho vivo pouco translúcido provavelmente na forma de hematita; plagioclásio ausente.
- Matéria orgânica bruta: representa 5% do volume total do fundo matricial na forma de pequenos fragmentos não translúcidos (opaca) com raízes em via de decomposição ou já humificadas.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; de coloração bruna-amarelada-escura (10YR 4/6) em função da concentração da matéria orgânica coloidal; apresenta uma estrutura plásmica do tipo "argillasepic" com tendência incipiente de alguns pontos a separação plásmica em torno do esqueleto ou seja com estrutura plásmica "skelsepic"; distribuição relativa da plasma e do esqueleto é do tipo "gefuric" ou aglameroplásmica; observa-se no plasma, vários grânulos minúsculos de coloração escura, 10x e com luz direta, apresentam cor vermelha bem viva característica dos agregados orgânico argiloso.
- Vazios : representa 20% do volume total do fundo matricial; ortovazios constituídos por fissuras transagregados intercomunicantes nas formas oblíquas - "skew planes" e rachaduras - "craze planes", domínio dos macroporos e em menor grau mesoporos.

Feições pedológicas:

- Glêbulas: alguns nódulos de natureza férrica de cor vermelha escura (hematita), outros nódulos totalmente opacos mesmo em luz direta.

(B11) 10 a 20 cm de profundidade:

Fundo Matricial:

- Esqueleto: Abundante representa 55% do volume total do fundo matricial; dominância de grãos de quartzo (70%), angulosos, alguns fraturados, alguns na forma conchoidal, as vezes impregnados com óxidos de ferro nas suas fissuras; ocorrência da microclina (20%) em diferentes graus de alteração, apresentando em algumas fissuras impregnações de óxido de ferro; 7% de biotita em grau avançado de alteração, alguns na forma de pseudomorfos todos esparsamente distribuídos no fundo matricial; alguns grãos enormes de plagioclásio parcialmente intemperizado e com importação de compostos de ferro nas suas fissuras.
- Matéria orgânica bruta: representa aproximadamente 3% do volume total do fundo matricial; são diversos fragmentos de matéria orgânica bruta não identificável de cor preta, alguns fragmentos de raízes.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; de cor amarela brunada 10YR 6/8, apresentando pontuações avermelhadas devido à concentração de matéria orgânica coloidal complexada com a fração mineral do plasma; estrutura plásmica do tipo "argillasepic", alguns pontos apresentando tendência a separação plásmica em torno do esqueleto constituindo o tipo "skelsepic"; distribuição relativa do plasma e do esqueleto é do tipo "porfiric" ou porfirosquélica, com algumas áreas tendendo para "gefuric".
- Vazios : representa 7% do volume total do fundo matricial, transagregado, fissural sendo dominante as rachaduras "craze planes" e as oblíquas "skew planes, secundariamente canais e cavidades pequenas.

Feições pedológicas:

- Glébulas : pequenas concreções de ferro, totalmente opacas.

(B12) 20 a 30 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: Abundante, representa 55% do volume total do fundo matricial; com dominância de grãos de quartzo (65%), angulosos, alguns bem fraturados sendo alguns ferruginizados nas suas fissuras; 25% de grãos de microclina, com predominância de grãos pequenos dispersos no fundo matricial em vários níveis de alteração, alguns grãos são bem desenvolvidos; 8% de grãos menores de

plagioclásios também dispersos no fundo matricial, além dos pseudomorfos de biotita esparsamente distribuídos.

- Matéria orgânica bruta: representa aproximadamente 2% do volume total do fundo matricial e são distribuídas por fragmentos de raízes em decomposição, apresentando coloração rosa viva.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; apresentando cor amarela brunada 10YR 6/8; estrutura plásmica do tipo "argillasepic" com alguns pontos tendendo a "skelsepic"; distribuição relativa do plasma e do esqueleto do tipo "porfiric" tendendo a "skelsepic" em alguns pontos.
- Vazios : representa 10% do volume total do fundo matricial, transagregado, fissural, sendo dominante as rachaduras "craze planes" e oblíquas "skew-planes", secundariamente os canais e cavidades pequenas.

Feições pedológicas:

- Glébulas : na forma de nódulo grande de natureza férrica de cor vermelha escura (hematita), com diversas fissuras na sua massa e também, nódulos opacos aleatoriamente distribuídos no fundo matricial.

(B13) 30 a 40 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: Abundante, representa 55% do volume total do fundo matricial; cerca de 75% constituído por grãos de quartzo, angulosos, fraturados alguns na forma conchoidal, predomínio de fragmentos menores dispersos no fundo matricial; 22% de feldspato potássico na forma de microclina em vários níveis de alteração, predominando cristais pequenos, alguns cristais grandes; 3% de palhetas de biotita dispersas no fundo matricial.
- Matéria orgânica bruta: constituída por fragmentos de raízes e representa 2% do fundo matricial.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; de coloração amarela brunada 10YR 6/8; estrutura plásmica tipicamente "argillasepic"; distribuição relativa do plasma e do esqueleto na forma "porfiric"; observa-se pequenos grânulos de compostos orgânicos coloidal complexados com a fração mineral do plasma, apresentando coloração avermelhada translúcida.
- Vazios : representa 10% do volume total do fundo matricial; transagregado, fissural, sendo dominante as rachaduras "craze planes" e as

oblíquas "skew planes", secundariamente os canais, as cavidades e os vazios intergranulares.

Feições pedológicas:

-Glébulas : nódulos de natureza férrica totalmente opacos.

(B21) 55 a 65 cm de profundidade:

Fundo Matricial:

- Esqueleto: Abundante, representa 55% do volume total do fundo matricial; constituído em sua grande maioria por grãos de quartzo (70%), angulosos, alguns bem fraturados, com predomínio de fragmentos menores dispersos no fundo matricial; 20% de feldspato potássico na forma de microclina em alteração com predomínio de cristais pequenos dispersos aleatoriamente no fundo matricial; observa-se pacotes de palhetas de biotita (10%) e seus fragmentos já bem alterados e distribuídos nas suas periferias.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; com coloração amarelada 10YR 7/8; estrutura plásmica do tipo "argillasepic"; distribuição relativa do plasma e do esqueleto na forma "porfiric", com tendência incipiente à formação de microagregados que dispersam em alguns pontos do fundo matricial condicionando formas do tipo "gefuric" e "enaulic".
- Vazios :

Feições pedológicas:

(B22) 75 a 85 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: Abundante, representa 55% do volume total do fundo matricial; com dominância dos grãos de quartzo (70%), anguloso, alguns microdivididos, predomina fragmentos menores que estão dispersados no fundo matricial; ocorrência de feldspato potássico na forma de microclina (20%) em alteração, predominando cristais pequenos que estão dispersos no fundo matricial, vários pacotes de palhetas de biotita (10%) com seus fragmentos já bem intemperizados e distribuídos nos seus periféricos.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; de coloração amarelada 10YR 7/8,

estrutura plásmica do tipo "argillasepic"; com distribuição relativa do plasma e do esqueleto dominando as formas "gefuric" e "enaulic" e em menor grau, ocorre a forma "porfiric"; formação acentuada de microagregados característico dos oxissolos os quais tendem a se dispersar no fundo matricial do solo.

- Vazios : representa 10% do volume total do fundo matricial; sendo dominante os vazios intergranulares e as fissuras nas formas de rachaduras "craze-planes" e oblíquas "skew planes", transagregados, ocorre também cavidade grande e alguns canais pequenos.

Feições pedológicas:

- Glêbulas : pequenos nódulos de natureza férrica.

(B3) 120 a 130 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: representa 55% do volume total do fundo matricial; constituído predominantemente por grãos de quartzo (70%) angulosos, alguns estão fraturados na forma conchoidal, outros apresentam-se microdivididos ou microfraturados em consequência talvez da pressão, há domínio dos fragmentos menores que estão dispersos no fundo matricial, alguns cristais de quartzo apresentam suas fissuras ferruginizadas, outros na sua superfície; ocorrência de feldspato potássico na forma de microclina (18%) em vários níveis de alteração, com o predomínio dos cristais menores; ocorrem também vários grãos complexos nos quais alguns cristais grandes de quartzo enclausuram cristais menores de microclina; observa-se pacotes maiores de palheta de biotita (7%) com suas bordas já ferruginizadas, observa-se também fragmentos menores de biotita que se dispersam no fundo matricial; ocorrência esparsa de plagioclásio (3%) diferentes níveis de alteração; presença de esqueletos opacos de cor preta (2%).
- Matéria orgânica bruta: na forma de fragmentos grandes não identificáveis de cor brunado escuro a preto, como também, observa-se pequeníssimos fragmentos com a mesma coloração.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; com coloração amarela 10YR 7/8; estrutura plásmica do tipo "argillasepic"; com distribuição relativa do plasma e do esqueleto dominando as formas "gefuric" e "enaulic" e secundariamente a forma "porfiric"; observa-se forte tendência do plasma em formar

- microagregado bem característico dos oxissolos os quais se dispersam no fundo matricial.
- Vazios : representa 10% do volume total do fundo matricial; com dominância dos vazios intergranulares bem comunicantes e grandes fissuras na forma de rachaduras "craze planes" e oblíquas "skew planes" transagregados.

Feições pedológicas:

- Glébulas : observa-se nódulos férricos com microfissuras.

(C2) 220 a 230 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: abundante, representando 55% do volume total do fundo matricial; constituído predominantemente por grãos de quartzo (70%), angulosos, alguns fraturados, com domínio de fragmentos menores que estão dispersos no fundo matricial; ocorrência frequente de feldspato potássico na forma de microclina (18%) em vários níveis de alteração, às vezes, na forma de "grãos complexos" de microclina incluso em grão de quartzo bem desenvolvido e intacto.
- Plasma : representa 35% do volume total do fundo matricial; com coloração amarelada 10YR 7/8; estrutura plásmica do tipo "argillasepic" com distribuição relativa do plasma e do esqueleto dominando as formas "gefuric" e "enaulic" e em menor ocorrência a forma "porfiric" em alguns pontos do fundo matricial; observa-se com bastante nitidez, a formação de microagregados que estão dispersados no fundo matricial bem característicos dos oxissolos; em alguns pontos, observa-se o plasma impregnado por compostos de ferro.
- Vazios : representa 10% do volume total do fundo matricial com dominância dos vazios intergranulares bem comunicantes, facilitando boa drenagem; observa-se também grandes fissuras na forma de rachaduras "craze planes" e oblíquas "skew planes" transagregados.

Perfil NA3

(A1) 2 a 8 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: representa 50% do volume total do fundo matricial e é constituído quase que exclusivamente de grãos de quartzo (78%),

angulosos, alguns fraturados, grande quantidade de fragmentos menores de quartzo que estão dispersos no plasma; ocorrência esparsa de grãos e fragmentos em alteração de feldspato potássico na forma de microclina (15%), observa-se alguns grãos complexos de microclina com quartzo inteiramente conservado, alguns grãos de microclina são bem desenvolvidos e no estágio atual, estão todos em avançado grau de alteração; ocorrência esparsa de plagioclásio (5%) em alteração e nas suas fissuras observa-se a neoformação de minerais secundários, alguns grãos de plagioclásio ocorre também na forma de grãos complexos com quartzo conservado; ocorrência esparsa de pseudomorfos de biotita (2%) condicionando coloração avermelhada na sua periferia.

- Matéria orgânica bruta: representa 7% do volume total do fundo matricial, na forma de pequenos fragmentos não translúcidos (opacos) e não identificáveis; observa-se também fragmentos identificáveis de raízes em decomposição apresentando cor vermelho escuro vivo pouco translúcido; há ocorrência também de pelotas fecais (fecal pellets), observando no seu interior inúmeros agregados vermelhos formados em função da matéria orgânica em estado coloidal num plasma de coloração amarelada.
- Plasma : representado por 30% do volume total do fundo matricial; apresenta cor 10YR 4/6 - bruno amarelado escuro, pouca transparência, com distribuição relativa do esqueleto e do plasma do tipo "gefuric" tendendo a "enaulic", estrutura plásmica do tipo "skelsepic".
- Vazios : representado por 13% do volume total do fundo matricial, predominando formas em fissuras, algumas cavidades mamilares e complexos.

Feições pedológicas:

- Glébulas : observa-se grande quantidade de grânulos envolvidos por matéria orgânica coloidal, de cor avermelhada viva e pouco translúcidos.

(B1) 15 a 25 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: representa 55% do volume total do fundo matricial; constituído quase que exclusivamente por grãos de quartzo (80%) com predomínio de grãos pequenos que estão dispersos no plasma; ocorrência esparsa de feldspato potássico na forma de microclina (15%), com predomínio de grãos ou fragmentos pequenos, todos em

alteração e suas fissuras já ferruginizadas, alguns grãos de microclina ocorrem na forma de grãos complexos com quartzo conservado; o plagioclásio ocorre em menor percentual, ou seja, em torno de 5%, com predomínio de grãos pequenos, todos em alteração; alguns indícios de pseudomorfos de biotita são observados em virtude da cor mais avermelhada do fundo matricial na sua periferia.

- Matéria orgânica bruta: representa cerca de 5% do volume total do fundo matricial, sendo constituído por fragmentos de raízes em decomposição e com cores avermelhadas escuras e não translúcido.
- Plasma : representa cerca de 30% do volume total do fundo matricial, com cor pouca transparência, com distribuição relativa do esqueleto e do plasma do tipo "gefuric" tendendo a "porfiric" e estrutura plásmica do tipo "argillasepic" a "skelsepic".
- Vazios : representado por 10% do volume total do fundo matricial, com predomínio de vazios fissurais (craze planes) e secundariamente por canais (skew planes) e cavidades mamilares.

(C31) 140 a 160 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: representado por 55% do volume total do fundo matricial, com dominância dos grãos de quartzo (70%), angulosos, alguns fraturados; ocorrência de microclina (15%), biotita (15%) em alteração, ocorrendo ocasionalmente pseudomorfoses da biotita com óxidos de ferro tendo em seu centro algumas palhetas de biotita facilmente identificável.
- Plasma : representa % do volume total do fundo matricial;

Topossequência NB

Perfil NB1

(C12) 75 a 85 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: representa 55% do volume total do fundo matricial; tendo como mineral predominante o quartzo (50%), angulosos, alguns com fraturas de forma conchoidal, impregnação por compostos de ferro de cor vermelha na superfície de alguns cristais 25% de feldspato potássico na forma de microclina em alteração; 22% de

biotita na forma de pacotes de palhetas como também em pequenos fragmentos que estão dispersados nas suas periferias dentro de um plasma de cor avermelhado em função dos compostos de ferro liberados no processo de alteração da biotita; 3% de esqueletos na forma de opacos não identificáveis e aleatoriamente dispersados no fundo matricial.

- Plasma : representa 30% do volume total do fundo matricial; apresenta cor amarela avermelhada 7,5YR 6/8, influenciado pela maior quantidade de compostos de ferro liberados no transcorrer da alteração da biotita; estrutura plásmica do tipo "argillasepic" com leve tendência a "skelsepic" onde o plasma é mais rarefeito; distribuição relativa do plasma e do esqueleto ocorre nas formas "gefuric" e "enaulic", ocorre também na forma "porfiric" nos pontos onde o plasma está mais concentrado.
- Vazios : representa 15% do volume total do fundo matricial;

(C31) 200 a 210 cm de profundidade:

Fundo matricial:

- Esqueleto: abundante, representa 55% do volume total do fundo matricial; constituído principalmente por grãos de quartzo (55%) angulosos, alguns com fratura conchoidal, outros bem fraturados, observando-se às vezes nas suas fissuras a impregnação de compostos de ferro de cor vermelha, talvez na forma de hematita; ocorre com bastante frequência o feldspato potássico na forma de microclina (20%) em diferentes níveis de alteração alguns na forma de grãos complexos com quartzo ainda intacto, observa-se com bastante frequência que suas fraturas estão normalmente impregnados por compostos de ferro de cor avermelhado escuro e fosco; 23% de biotita em alteração, com quantidade significativa de seus fragmentos dispersos no plasma, apresentando coloração vermelha amarelada, ocorre também pacotes de palhetas finas e médias de biotita ainda bem identificáveis; outros 2% constituem minerais opacos pretos distribuídos aleatoriamente no fundo matricial.
- Plasma : representa 30% do volume total do fundo matricial; de coloração amarela avermelhada 7,5YR 6/8 decorrente da maior quantidade de biotita presente principalmente na forma de fragmentos avermelhados que estão dispersos no plasma como também, na de pequeníssimos

fragmentos amarelados claros dispersados num plasma de cor acinzentada; estrutura plásmica do tipo "argillasepic" com leve tendência a "skelsepic" nos pontos onde o plasma é mais rarefeito. A distribuição relativa do plasma em relação ao esqueleto é do tipo "porfiric" com alguns pontos tendendo ao tipo "gefuric".

-Vazios : representa 15% do volume total do fundo matricial.

(C32) 250 a 260 cm de profundidade:

Fundo matricial:

-Esqueleto: abundante, representa 55% do volume total do fundo matricial; predominando grãos de quartzo (55%) angulosos alguns fraturados e às vezes na forma conchoidal, no geral não se observa o processo da ferruginização nas suas fissuras; ocorrência frequente de feldspato potássico na forma de microclina (25%), alguns grãos ainda intactos, outros apresentando diferentes graus de alteração tendo alguns nas suas fissuras o desenvolvimento de um plasma variado com cores amareladas, amarelo avermelhados e cinzentas; 17% da biotita sob a forma de pacotes em quantidades significativas na forma de fragmentos já dispersados no plasma, todos em alteração e na maioria deles ainda bem identificáveis; raros grãos de minerais totalmente opacos (preto) (3%) que ocorrem isoladamente no fundo matricial.

-Plasma : representa 30% do volume total do fundo matricial; apresentando coloração amarelo avermelhada 7,5YR 6/8 já influenciada pela maior quantidade de biotita cuja alteração condiciona pseudomorfos e fragmentos de biotita de cor avermelhada dispersas no plasma de cor mais amarelada quando se observa numa magnificação de 10 - x; apresenta uma estrutura plásmica do tipo "argillasepic" com leve tendência a separação plásmica em torno dos grãos de quartzo em pontos onde o plasma é bem rarefeito, caracterizando assim o tipo "skelsepic". A distribuição relativa do plasma em relação é no geral do tipo "gefuric", mas nos pontos onde há uma maior concentração do plasma, ocorre o tipo "porfiric".

-Vazios : representa 15% do volume total do fundo matricial.