

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MOVIMENTOS DE MASSA NA VERTENTE SUL FLORESTADA DO MACIÇO DA
TIJUCA: CASOS DE FEVEREIRO/1988 NAS ESTRADAS DONA CASTORINA E
VISTA CHINESA.

ELIOMAR PEREIRA DA SILVA FILHO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.).

APROVADA:

Prof.: *Guilherme do Santos*
(presidente da Banca)

Prof.: *ket mda*

Prof.: *ff + ff*

Prof.: _____

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Março de 1992

TES
0727

SILVA FILHO, Eliomar Pereira da.

Movimento de Massa na Vertente Sul Florestada do Maciço da Tijuca: Casos de Fevereiro de 1988 nas Estradas Dona Castorina e Vista Chinesa/Eliomar Pereira da Silva Filho. Rio de Janeiro: UFRJ, 1992.

i, 227 p; 30 cm.

Dissertação (Mestrado). Estruturação do Meio Ambiente. Universidade Federal do Rio de Janeiro/PPGG, 1992.

Bibliografia: p.200 - 214.

Anexos: p.215 - 227 .

1. Movimento de Massa. 2. Descrição Morfológica e Morfométrica. 3. Morfopedogênese. I. Universidade Federal do Rio de Janeiro/PPGG. II. Movimentos de Massa na Vertente Sul Florestada do Maciço da Tijuca: Casos de Fevereiro de 1988 nas Estradas Dona Castorina e Vista Chinesa.

Para Cristina e
Pedro Américo.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas e instituições colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho. Nesta perspectiva gostaríamos de agradecer:

Ao Professor Waldemar Mendes, antigo professor de Pedologia do Departamento de Geografia da UFRJ, por toda formação prático/teórica nesta disciplina, pela ajuda em algumas dúvidas neste trabalho, e, principalmente pelos estímulos constantes em toda minha vida profissional.

Ao Professor L. D. Franklin dos Santos Antunes, mais que um orientador, conselheiro e amigo em toda esta fase de trabalho.

A' Professora Drª Ana Luiza Coelho Netto, co-orientadora que com seu estímulo gigantesco sempre esteve pronta a auxiliar-me.

Aos Professores Helena Polivanov e Josué Alves Barroso, do Departamento de Geologia da UFRJ, pela utilização constante dos Laboratórios de Via Úmida e Mecânica dos Solos.

A' Professora Drª Cristina Wiedemann e aos geólogos Isabel Ludka e Júlio César Mendes, do Departamento de Geologia da UFRJ, pela ajuda constante no uso do aparelho de Raio-X.

Aos geólogos Drs. Fernando Ximenes Salomão (o X) e Antonio Manuel dos Santos (Mané), ambos do IPT/SP, por toda ajuda na análise química e pela amizade desenvolvida em diferentes cursos que realizamos na USP.

Ao Professor Dr. José Pereira de Queiroz Neto,

do Departamento de Geografia da USP, pelas conversas provocativas que geraram novas reflexões.

Aos colegas geógrafos, biólogos e geólogo, Reiner O. Rosas, João Carlos de Miranda, Evaristo de Castro Jr., Carlos de Deus e Nelson Fernandes pela ajuda em campo e laboratório e principalmente pela força do trabalho conjunto do grupo nesse período.

A' geógrafa Silvane e aos estudantes Serginho e Wanderson pela ajuda no campo.

A dona Armanda, Lia Mara e Bina que nas categorias de mãe, irmã e avó são insubstituíveis; obrigado por tudo, tudo mesmo.

A' Camila que datilografou este trabalho assim bem como Maurilho e Raimundo pelos desenhos.

A' CAPES pela Bolsa de Estudo e à Universidade Federal de Rondônia, órgão ao qual estou vinculado profissionalmente.

A todos que direta ou indiretamente tenham me auxiliado em mais esta jornada.

RESUMO

Trata-se de uma pesquisa que procurou avaliar aspectos morfológicos, morfométricos, físicos, químicos e mineralógicos referentes aos solos desenvolvidos nas encostas da vertente sul do Maciço da Tijuca, em áreas do Parque Nacional da Tijuca (P.N.T.) e que foram mobilizados por escorregamentos ao longo das estradas Dona Castorina e Vista Chinesa.

A quantidade de material (solo) mobilizado por acidente indica uma condição de superficialidade destes, que a um nível de classificação foram denominados de Latossolos intergrades, de origem coluvial, com variações nas suas condições texturais, estruturais, de porosidade, permeabilidade e instabilidade hídrica nas relações entre camadas superficiais, intermediárias e profundas.

Quimicamente os solos eram ácidos, com valores de K_i e K_r menores que 2,0 na maioria das amostras; o ferro e ferro livre associaram-se a valores típicos de Latossolos onde a mineralogia de argila indicou presença predominante de Caulinita e Gibbsita, havendo identificação de argilo mineral tipo 2:1, Vermiculita com Hidroxila interlamenar e Ilita.

A interrupção da drenagem natural de canais intermitentes por corte de taludes, associada às curvas existentes nas estradas, demonstraram uma forte relação com pontos onde ocorreram escorregamentos. O índice de 952,4 mm de chuvas registrado para o período de fevereiro de 1988, foi o elemento deflagrador de todos os escorregamentos registrados e analisados.

ABSTRACT

The study is an attempt to evaluate morphological, physical, chemical and mineralogical, aspects of the soils formed on the sides of the southern slope of Maciço da Tijuca, in areas of the Parque Nacional da Tijuca (P.N.T.) that were formed by landslides along the extent of Dona Castorina and Vista Chinesa roads.

The quantity of soil formed by natural causes indicates a superficial soil condition, that at a classification level were named integrade latosols, of colluvial origin, with variations in their textural conditions, porous structure, permeability and hydric instability with relationship to superficial, intermediate and deep layers.

Chemically, the soils were acidic, with K_i and K_r values lower than 2.0 in most of the samples; the iron and free iron were found in amounts typical of latosols where clay mineralogy indicated a predominate presence of kaolinite and gibbsite, with identifying amounts of mineral clay of the 2:1 type, vermiculite - AL an illite.

The interruption of the natural drainage of the intermittent channels by cuts in the slopes, together with the curves already existent on the roads, showed a strong relationship to the places where landslides had occurred. The rainfall index of 952.4 mm registered for the month of February, 1988 was one of the main causes of all the landslides that were registered and analyzed.

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	- Mapa de Localização da Área de Estudo e os Escorregamentos ocorridos.....	Pag. 6
Fig. 2	- Mapa de Ocupação do Solo no P.N.T., segun- do SCHEINER (1976).....	Pag. 10
Fig. 3	- Precipitação Anual (mm) e Frequência Sim- ples segundo Coelho Netto (1979).....	Pag. 16
Fig. 4	- Mapa atual da Vegetação do P.N.T., segun <u>do</u> do Mattos (1976).....	Pag. 19
Fig. 5	- Perfil Geológico da Serra da Carioca, se <u>g</u> undo Pires (1989).....	Pag. 23
Fig. 6	- Mapa da Geologia ao longo das Estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina.....	Pag. 24 .
Fig. 7	- Escarpas da Serra do Mar, segundo Coelho Netto (1979).....	Pag. 25
Fig. 8	- Mapa dos Solos do P.N.T., segundo SNLCS/ EMBRAPA, (1977).....	Pag. 29
Fig. 9	- Escala de Velocidade para Enquadramento dos Movimentos de Massa, segundo Guidicini e Nieble (1976).....	Pag. 32
Fig. 10	- Perfis de Alteração, segundo Gerrard (1988).	Pag. 38
Fig. 11	- Mapa de Localização dos Escorregamentos on <u>de</u> de foram realizadas medições para Análises Morfométricas.....	Pag. 42
Fig. 12	- Mapa de localização dos Escorregamentos on <u>de</u> de foram coletadas as Amostras de Solo....	Pag. 44
Fig. 13	- Perfil Esquemático da Localização de Pos <u>s</u> síveis Rupturas ao Longo das Estradas	Pag. 61

Fig. 14 - Croqui Esquemático da situação dos Escorregamentos acima das Estradas	Pag. 62
Fig. 15 - Croqui Esquemático da situação dos Escorregamentos abaixo das Estradas	Pag. 63
Fig. 16 - Croqui Esquemático dos Escorregamentos Duplos, Acima e Abaixo das Estradas.....	Pag. 64
Fig. 17 - Classificação de Escorregamentos a partir da Forma (Cicatriz) do mesmo, segundo Crozier (1973).....	Pag. 74
Fig. 18 - Gráfico das Relações entre Declividade e Tipos de Movimentos de Massa, segundo Sidles (1983).....	Pag. 76
Fig. 19 - Curvas Granulométricas do Perfil 1.....	Pag. 81
Fig. 20 - Curvas Granulométricas do Perfil 2.....	86
Fig. 21 - Curvas Granulométricas do Perfil 3.....	90
Fig. 22 - Curvas Granulométricas do Perfil 4.....	Pag. 94
Fig. 23 - Curvas Granulométricas das Amostras 1.0 e 1.1.	Pag. 98
Fig. 24 - Croqui Esquemático das Camadas 2.0 e 2.1	Pag. 100
Fig. 25 - Curvas Granulométricas das Amostras 2.0 e 2.1.....	Pag. 102
Fig. 26 - Curvas Granulométricas das Amostras 3.0 3.1 e 3.2.....	Pag. 106
Fig. 27 - Curvas Granulométricas das Amostras 4.0, 4.2 e 4.3.....	Pag. 108
Fig. 28 - Curvas Granulométricas das Amostras 5.0, 5.2 e 5.3.....	Pag. 114
Fig. 29 - Curva Granulométrica da AMostra 6.0	Pag. 117
Fig. 30 - Curvas Granulométricas das Amostras 7.0	

e 7.1	Pag. 121
Fig. 31 - Croqui Esquemático da Secção Vista Chinesa	Pag. 126
Fig. 32 - Curvas Granulométricas das Amostras 8.0, 9.1 e 10.3.....	Pag. 128
Fig. 33 - Gráfico da Relação Índice de Plasti <u>i</u> cidade e Limite de Liquidez.....	Pag. 134
Fig. 34 - Gráfico da Relação Índice de Plastici <u>i</u> dade e Argila	Pag. 137
Fig. 35 - Difrato <u>g</u> rama do Perfil 1.....	Pag. 163
Fig. 36 - Difrato <u>g</u> rama do Perfil 2.....	Pag. 164
Fig. 37 - Difrato <u>g</u> rama do Perfil 3.....	Pag. 165
Fig. 38 - Difrato <u>g</u> rama do Perfil 4.....	Pag. 166
Fig. 39 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 1.0 e 11...	Pag. 167
Fig. 40 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 2.0 e 2.1..	Pag. 168
Fig. 41 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 3.0, 3.1 e 3.2.....	Pag. 171
Fig. 42 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 4.0, 4.2 e 4.3.....	Pag. 172
Fig. 43 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 5.0, 5.2 e 5.3.....	Pag. 173
Fig. 44 - Difrato <u>g</u> rama da Amostra 6.0	Pag. 174
Fig. 45 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 7.0 e 7.1..	Pag. 175
Fig. 46 - Difrato <u>g</u> rama das Amostras 10.1, 10.2 e 10.3.....	Pag. 176
Fig. 47 - Difrato <u>g</u> rama da Amostra 2.1 com Tra <u>u</u> tamento químico.....	Pag. 177
Fig. 48 - Mapa da Declividade das Bacias Hidro <u>g</u> ráficas cortadas pelas Estradas Vis <u>u</u>	

ta Chinesa e Dona Castorina.....	Pag. 179
Fig. 49 - Mapa da Restituição da Drenagem das Ba cias Hidrográficas do Rio dos Macacos e Córrego Alegre.....	Pag. 183
Fig. 50 - Gráfico da Variação da Precipitação Men sal e Acumulado Anual, Posto Capela May rink, P.N.T.....	Pag. 186
Fig. 51 - Gráfico da Precipitação Dias Acumulado (mm) para Fevereiro de 1988.....	Pag. 189
Fig. 52 - Gráfico da Precipitação por hora/dia relacionada aos Índices de Classificação de Chuvas de Reichardt. (1988).....	Pag. 191
Fig. 53 - Gráfico da Precipitação Acumulada Men sal (Fev. 1988) Relacionada a Picos Má ximos de Chuva em 1 hora, para os Dias Considerados.....	Pag. 195

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	1 - Localização e Proposta de Recuperação das Áreas Escorregadas.....	Pag. 66
Tabela	2 - Características Morfométricas dos Acidentes Analisados.....	Pag. 73
Tabela	3 - Características Físicas do Perfil 1..	Pag. 80
Tabela	4 - Características Físicas do Perfil 2..	Pag. 85
Tabela	5 - Características Físicas do Perfil 3..	Pag. 89
Tabela	6 - Características Físicas do Perfil 4..	Pag. 93
Tabela	7 - Características Físicas das Amostras 1.0 e 1.1.....	Pag. 97
Tabela	8 - Características Físicas das Amostras 2.0 e 2.1.....	Pag. 100
Tabela	9 - Características Físicas das Amostras 3.0, 3.1 e 3.2.....	Pag. 105
Tabela	10 - Características Físicas das Amostras 4.0, 4.1, 4.2 e 4.3.....	Pag. 108
Tabela	11 - Características Físicas das Amostras 5.0, 5.1, 5.2 e 5.3.....	Pag. 113
Tabela	12 - Características Físicas da Amostra 6.0.....	Pag. 116
Tabela	13 - Características Físicas das Amostras 7.0 e 7.1.....	Pag. 120
Tabela	14 - Características Físicas das Amostras 8.0, 8.1, 9.0, 9.1, 10.0, 10.1 e 10.2..	Pag. 127
Tabela	15 - Instabilidade Estrutural (IS)	Pag. 147

Tabela 16 - Análise Química das Amostras.....	Pag. 151
Tabela 17 Índices Acumulados Mensais (ano) em mm no Período 1976/1988 - Cape la Mayrink (P.N.T.).....	Pag. 188

ÍNDICE

Dedicatória	Pag.	i
Agradecimentos	Pag.	ii
Resumo	Pag.	iv
Abstract	Pag.	v
Índice de Figuras	Pag.	vi
Índice de Tabelas	Pag.	x
 I - INTRODUÇÃO	Pag.	1
1.1 - Apresentação, Escolha da Área de Estudo e Objetivos.....	Pag.	1
1.2 - Caracterização do Meio Físico	Pag.	5
1.2.1 - Localização da Área de Estudo .	Pag.	5
1.2.1 - Ocupação Humana nas Áreas do Parque Nacional da Tijuca.....	Pag.	7
1.2.3 - Clima	Pag.	13
1.2.3.1 - Considerações Regionais .	Pag.	13
1.2.3.2 - Considerações Locais	Pag.	15
1.2.4 - Vegetação	Pag.	17
1.2.5 - Geologia	Pag.	21
1.2.6 - Relevo	Pag.	25
1.2.7 - Solos	Pag.	28
 II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	Pag.	31
III- METODOLOGIA.....	Pag.	41
3.1 - Trabalho de Campo	Pag.	41
3.1.1 - Reconhecimento de Todos os Aci dentes e Seleção dos Locais pa Observações e Coletas de Amostras	Pag.	41

3.1.2 - Morfometria dos Escorregamentos	Pag.	41
3.1.3 - Coleta de Amostras	Pag.	43
3.1.4 - Caracterização Morfológica das Amostras	Pag.	45
3.2 - Trabalhos de Laboratório	Pag.	46
3.2.1 - Análises Físicas	Pag.	46
3.2.1.1 - Granulometria	Pag.	46
3.2.1.2 - Separação da Fração Silte e Argila com fins à Análise Mineralógica	Pag.	47
3.2.1.3 - Limites de Consistência (Atterberg)	Pag.	48
3.2.1.4 - Densidade Real	Pag.	48
3.2.1.5 - Densidade Aparente	Pag.	49
3.2.1.6 - Microporosidade	Pag.	49
3.2.1.7 - Macroporosidade	Pag.	50
3.2.1.8 - Permeabilidade do Solo ...	Pag.	51
3.2.1.9 - Índice de Instabilidade Estrutural	Pag.	52
3.2.2 - Análises Químicas	Pag.	53
3.2.2.1 - Ph em Água e KCl	Pag.	53
3.2.2.2 - Ataque Sulfúrico	Pag.	53
3.2.2.3 - Ferro Livre	Pag.	54
3.2.3 - Análises Mineralógicas	Pag.	54
3.3 - Trabalhos de Escritório	Pag.	55
IV - ANÁLISES E RESULTADOS	Pag.	57
4.1 - Observações de Campo	Pag.	57
4.1.1 - Estradas e Manutenção do Sistema		

de Esgotamento Pluvial	Pag.	57
4.1.2 - Relações Estradas/Acidentes	Pag.	58
4.1.3 - Formas de Recuperação da Área	Pag.	66
4.2 - Análise Morfométrica dos Escorregamen- tos.....	Pag.	71
4.3 - Análises Físicas	Pag.	78
4.3.1 - Caracterização Geral das Unidades Pedológicas	Pag.	78
4.3.1.1 - Morfologia e Caracterização Analítica das Amostras	Pag.	78
4.2.3 - Análises Granulométricas	Pag.	129
4.3.3 - Índices de Atterberg	Pag.	133
4.3.4 - Variações da Porosidade e Densida- de	Pag.	139
4.3.5 - Permeabilidade	Pag.	142
4.3.6 - Instabilidade Estrutural (IS)	Pag.	146
4.4 - Análises Químicas.....	Pag.	149
4.4.1 - Avaliação do Ph	Pag.	149
4.4.2 - Variações em SiO_2 e Al_2O_3	Pag.	150
4.4.3 - Relações K_i ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) e K_r ($\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$)	Pag.	152
4.4.4 - Avaliação de Fe_2O_3 e Ferro Livre .	Pag.	156
4.5 - Análises Mineralógicas	Pag.	160
4.5.1 - Identificação dos Argilo Minerais.	Pag.	160
4.5.2 - Identificação e Avaliação dos Argi- lo Minerais nos Solos da Vertente Sul do MACiço da Tijuca	Pag.	160
4.6 - Declividade e suas Relações com a		

Área de Estudo	Pag. 178
4.6.1 - Declividade e Implicações Urbanas	Pag. 180
4.7 - Restituição da Drenagem das Bacias dos Rios dos Macacos e Córrego Alegre.....	Pag. 182
4.8 - Precipitação na Área de Estudo	Pag. 186
4.8.1 - Avaliação do Período 1976/1988 ...	Pag. 186
4.8.2 - Avaliação Pluviométrica Relativa a Fevereiro de 1988	Pag. 187
4.8.3 - Precipitação/Escoamentos	Pag. 193
V - CONCLUSÕES	Pag. 197
VI - BIBLIOGRAFIA	Pag. 200
Anexos	Pag. 215

I - INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação, Escolha da Área de Estudo e Objetivos

A cidade do Rio de Janeiro desenvolveu-se ocupando áreas caracterizadas por duas condições topográficas. A primeira refere-se às planícies naturais ou às produzidas por inúmeros aterros em antigas áreas pantanosas e alguns pontos nobres de sua orla marítima; a segunda refere-se às encostas dos morros que margeam a cidade, representados por maciços orográficos tais como os da Tijuca, Pedra Branca e outros.

Posicionada entre o mar e a montanha, a cidade do Rio de Janeiro vem sofrendo inúmeras tragédias associadas principalmente aos períodos mais intensos das chuvas dos meses de verão, quando as enchentes de planícies e escorregamentos de encostas causam inúmeros problemas de ordem sócio-econômica e ambiental para a cidade.

O histórico de tais problemas não vem sendo acompanhado de uma atuação político-governamental no sentido de se amenizar ou evitar tais agravos. Numa análise única, Magnanini (1971) fez uma breve abordagem de tais questões, que em resumo nos mostra dois séculos de catástrofe por enchentes e escorregamentos na cidade do Rio de Janeiro, sem haver até o presente, soluções mais efetivas para a racionalização de tais problemas.

De acordo com o referido autor, em 1779 - ou seja, 213 anos atrás, no período do Vice-Rei Luiz de Vasconcelos e Souza - uma forte chuva ameaçou colocar abaixo o Aqueduto dos Arcos. O autor salienta ainda as chuvas de 1811, com enchentes

e mortes pela cidade, as chuvas de 1883, 1897, 1942, 1950 e finaliza com as de 1966 e 1967, todas com enchentes, deslizamentos e mortes. Além disso, as chuvas de 1966 e 1967 atingiram proporções regionais, com enchentes e deslizamentos também em São Paulo.

Infelizmente esse histórico parece passar despercebido por muitos daqueles que planejam as transformações do quadro urbano da cidade. Em 1988, no período de verão, durante o mês de Fevereiro, as chuvas trouxeram novamente um quadro desesperador aos habitantes da cidade. Segundo informações da imprensa escrita (Jornal do Brasil, Jornal O Globo, de 23.02.1988), as fortes chuvas que ocorreram no período entre 16 e 22 daquele mês causaram mais de 273 mortes em todo o estado do Rio, sendo 78 mortes na cidade do Rio de Janeiro. Na Baixada Fluminense encontravam-se desabrigados 13.500 pessoas, com uma estimativa de mais de 20.000 pessoas em todo o estado.

Esses fatos vêm salientar a importância e a necessidade de pensarmos em formas mais racionais de interpretação dos possíveis limites do meio físico à ocupação desordenada.

No presente trabalho a ênfase volta-se para as questões físicas procedentes dos depósitos das encostas, nas áreas não ocupadas habitacionalmente pelo homem, cujo conhecimento faz-se necessário para um melhor entendimento da dinâmica hidro-erosiva das mesmas.

Esse estudo foi desenvolvido na vertente sul do maciço da Tijuca, município do Rio de Janeiro, ao longo das estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina, que atravessam áreas da Reserva Florestal do Parque Nacional da Tijuca (P.N.T.).

A escolha de tal área de estudo baseou-se nos seguintes

tes fatores:

a) A concentração de vários acidentes, escorregamentos, ocorridos ao longo das estradas mencionadas anteriormente, no período correspondente aos eventos pluviométricos de Fevereiro de 1988;

b) A proximidade da área onde ocorreram os acidentes, da bacia de drenagem no Alto do Rio Cachoeira no P.N.T., onde desde 1976 vem sendo realizadas diversas pesquisas - Coelho Netto (1979); Coelho Netto et al (1980); Vallejo (1980); Coelho Netto (1987); Júnior et al (1989), que geram diferentes informações relativas ao meio físico do P.N.T.

c) O desenvolvimento do projeto "Processos Geomorfológicos e Relações Geoecológicas na Evolução do Relevo em Regiões Úmidas - Período Geológico Recente e Atual", ligado ao Departamento de Geografia da UFRJ, cujo desenvolvimento do tópico referente ao significado da substituição da cobertura florestal por feições urbanas, tipo estradas, construções, etc., fazem parte das observações efetuadas no presente trabalho.

O projeto conta ainda com a participação de outros centros tais como: o Departamento de Geologia e Geofísica da Universidade da Califórnia - Berkeley, o Departamento de Engenharia Civil da PUC-RJ e o Departamento de Geologia da UFRJ, via pesquisadores que atuam em diferentes trabalhos nesta mesma área de estudo.

O objetivo geral do presente trabalho é de subsidiar informações referentes aos condicionamentos morfopedogenéticos das áreas de escorregamentos, e de possíveis ocorrências, tomando-se como objetivos específicos os seguintes aspectos:

a) caracterização dos fatores morfológicos e pedoge

néticos envolvidos na dinâmica hidro-erosiva atuante nas encostas, enfatizando-se as análises das propriedades físicas, químicas e mineralógicas do material mobilizado;

b) A identificação dos constituintes da fração argila, avaliando-se o papel desempenhado pelos mesmos na definição de propriedades mecânicas dos materiais estudados;

c) A análise comparativa dos materiais de encostas (solo/regolito) em áreas que apresentam variações na susceptibilidade aos movimentos de massa rápidos (tipos escorregamentos de tríficos) segundo respostas emitidas pelas encostas aos eventos de fevereiro de 1988.

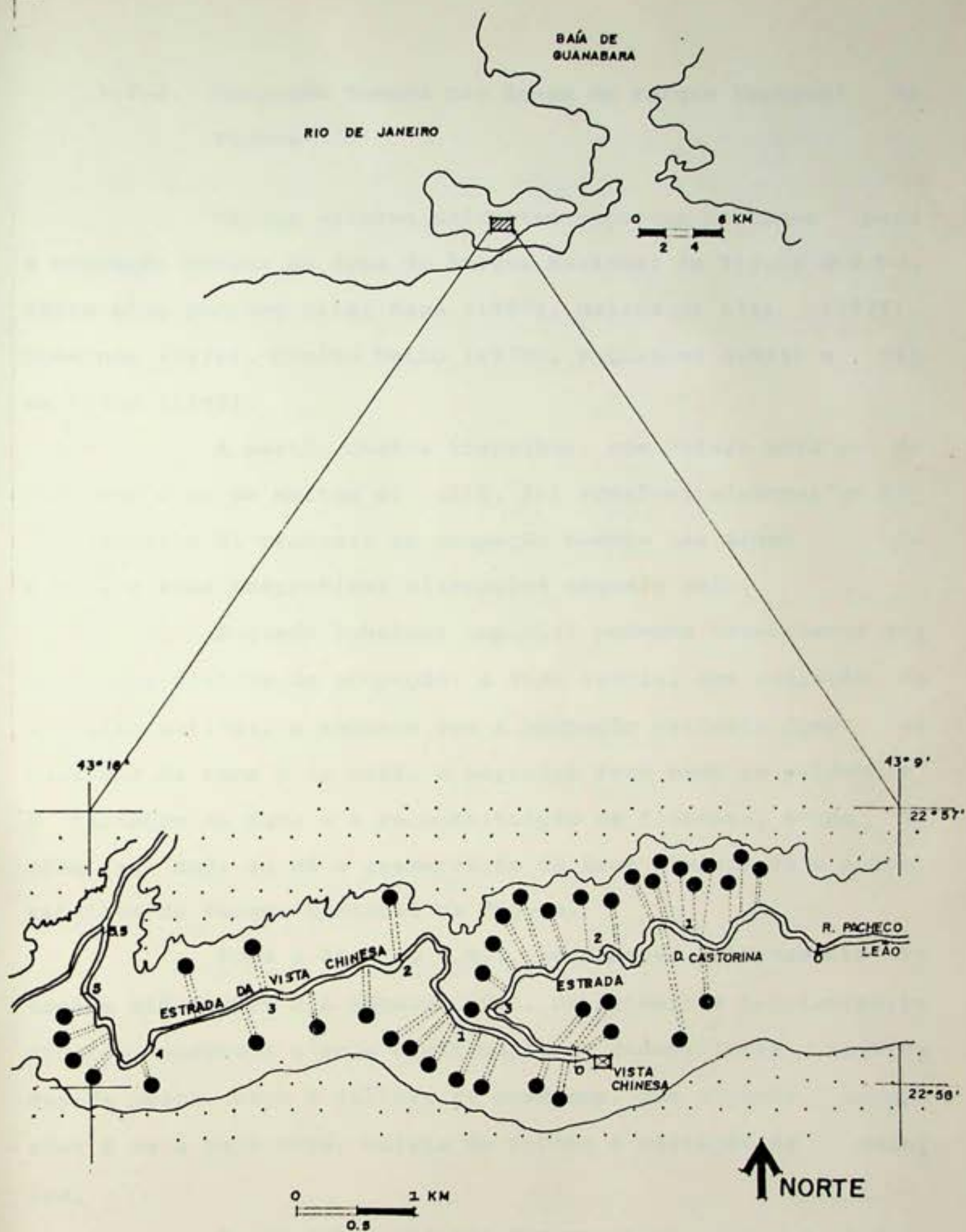
1.2. Caracterização do Meio Físico

1.2.1. Localização da área de estudo

localizada no Parque Nacional da Tijuca (P.N.T.), que se encontra no perímetro urbano da cidade do Rio de Janeiro, a estrada da Vista Chinesa inicia-se na rua Boa Vista, no Alto da Boa Vista e termina na estrada Dona Castorina, todas situadas na vertente sul do Maciço da Tijuca.

Este trecho compreendido pela estrada da Vista Chinesa e Dona Castorina perfaz 9,5 km de extensão onde ocorreu um total geral de 40 acidentes, envolvendo escorregamentos de diferentes dimensões, em área de relevo montanhoso, recoberta por florestadas.

Os 9,5 km de estradas analisadas, cortam as áreas das bacias hidrográficas do alto curso do Rio dos Macacos e a do Córrego Alegre, compreendida entre os paralelos de $22^{\circ}57'$ e $22^{\circ}58'$ de latitude sul, e os meridianos $43^{\circ}16'$ de longitude a oeste de Greenwich (Fig. 1).



LEGENDA

0, 1, 2... QUILOMETRAGEM DAS ESTRADAS

● ACIDENTES

Fig. 1. Localização da área de estudo e os escorregamentos ocorridos.

1.2.2. Ocupação Humana nas Áreas do Parque Nacional da Tijuca

Vários autores salientam aspectos voltados para a ocupação humana da área do Parque Nacional da Tijuca (P.N.T.), entre eles podemos citar Maya (1967), Mattos et alii (1976), Scheiner (1976), Coelho Netto (1979), Magnanini (1984) e Silva Filho (1985).

A partir destes trabalhos, com ênfase para os de Scheiner e os de Mattos et alii, foi possível elaborar um breve histórico do processo de ocupação humana nas áreas do P.N.T, e suas respectivas alterações naquele meio.

Segundo Scheiner (op.cit) podemos estabelecer quatro fases básicas de ocupação: a fase inicial com extração de madeiras nativas, a segunda com a ocupação agrícola como os cultivos da cana e do café, a terceira fase onde se evidencia a captação de água e a reconstituição da floresta, e uma última fase onde se dá a preservação da área florestada e a constituição do Parque Nacional da Tijuca.

Toda a área do P.N.T, permaneceu praticamente intocada até meados dos séculos XVII. Os primeiros habitantes, indígenas, ocupavam a orla marítima, onde desenvolviam atividades de pesca, caça e cultivo de mandioca, com algumas incur-sões à mata para caça, coleta de frutos e extração de madei-ras.

Mesmo com a chegada dos europeus, e com o início da ocupação da cidade do Rio de Janeiro, as áreas de florestas não foram ocupadas, concentrando-se a população junto à orla, e às elevações mais próximas como o Morro do Antonio e Morro

do Castelo.

A um nível de ocupação localizada, em 1569, os Jesuítas se estabeleceram através de Sesmarias concedidas por Estácio de Sá e Mem de Sá, em um engenho na Serra da Tijuca localizado nas vertentes voltadas para Jacarepaguá. No século XVIII em função de invasões que sofrera a cidade, foram ergui das baterias militares em áreas próximas do P.N.T., em pontos estratégicos de defesa das entradas e dos vales que davam aces so ao interior.

Essas primeiras ocupações localizadas não chega ram a provocar alterações significativas na floresta; poste riormente, as áreas do parque passaram a ser objeto de ocupação sistemática do solo com atividade agrícola, primeiramente com o cultivo da cana-de-açúcar nas áreas de baixada, subindo pos teriormente as encostas com o uso de técnicas de queimada.

No ano de 1650 dois grandes engenhos funcionavam em áreas próximas e interna ao atual P.N.T. Na área da serra que verte para Jacarepaguá incluindo áreas do P.N.T, o engenho de Miguel Aires Maldanado, da família Asseca. Na região da Ga v_êa, nas vertentes voltadas para o Jardim Botânico, onde atualmente passam as estradas Dona Castorina e parte da Vista Chinesa, o engenho Nossa Senhora da Conceição, de Antônio So lema, cuja área chegava a então lagoa de Sacopenopã (Rodrigo de Freitas). Estas áreas a partir de 1808, com a vinda da fa mília real para o Brasil, foram incorporadas às terras da rea leza, com fins à construção da Real Fábrica de Pólvora.

No século XVIII foi introduzida a monocultura do café (1760) nas áreas do parque, onde vários estrangeiros ini ciaram este tipo de exploração econômica. Desses estrangeiros

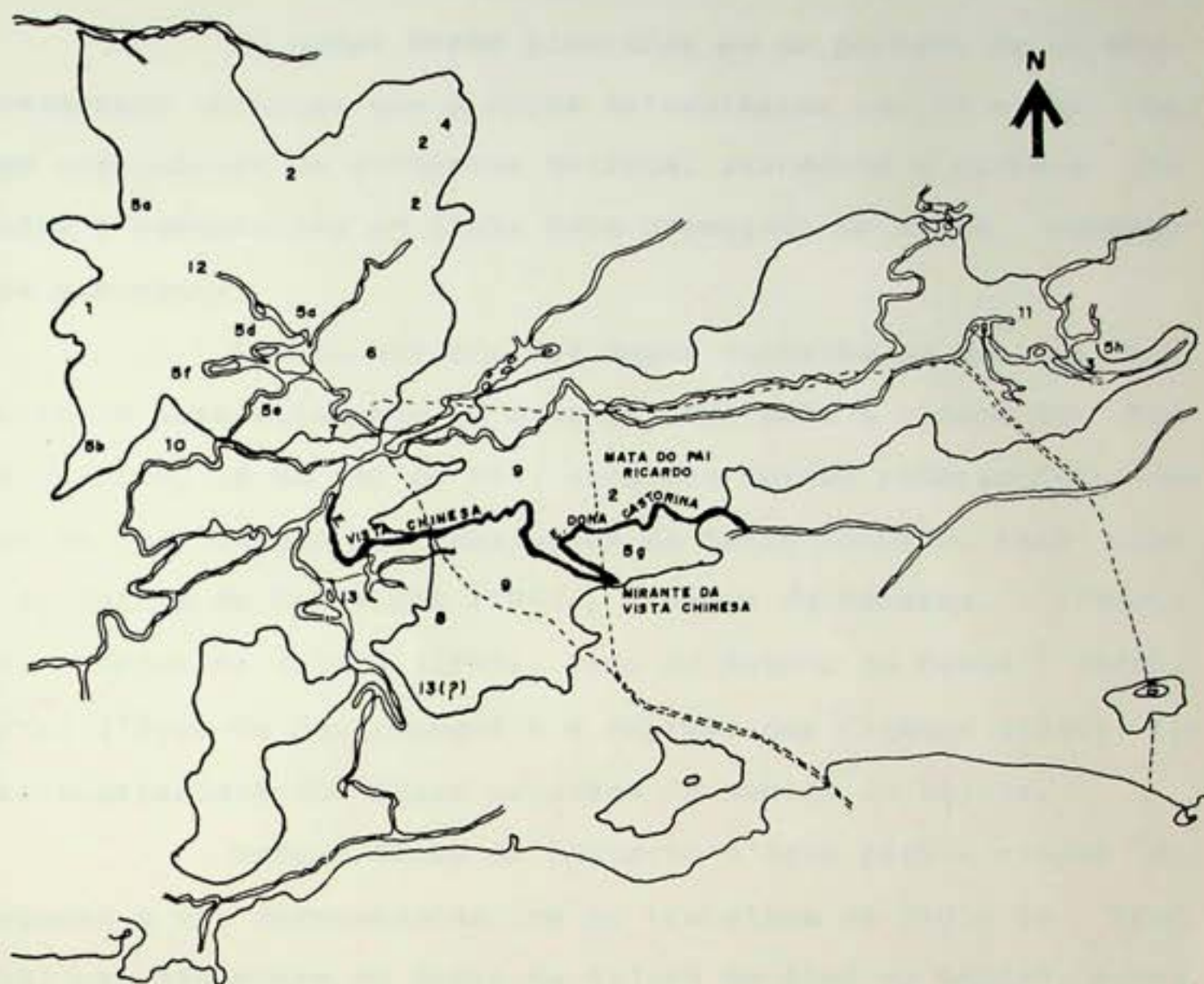
alguns possuem até hoje o seu nome ligado a recantos do P.N.T. Em 1810, Aymar Marie Jacques Gesta, chegou a cultivar 30.000 pés de café na Fazenda Boa Vista, englobando a área atual da capela Mayrink, já em 1896, Taunay ocupou áreas junto a Cascatinha entre tantos outros monocultores que ali se estabeleceram.

A distribuição espacial dessas ocupações em áreas do atual P.N.T., podem ser observadas na Fig. 2 retratando a divisão, a ocupação e a atuação antrópica nessas áreas durante quase dois séculos.

A ação contínua da exploração dessas terras comença a sofrer alguma pressão a partir de 1818, quando a então cidade do Rio de Janeiro contava com 130.000 habitantes, e foi sancionado decreto-lei no sentido de não se cortar madeira em áreas fontes de mananciais de água que abasteciam a cidade - áreas do Maciço da Tijuca. Assim mesmo, o início da desapropriação das áreas só veio ocorrer em fins da primeira metade do século XIX.

A devastação das áreas fontes de mananciais levou à captação de água nas Paineiras em 1831, com a construção de vários reservatórios nas áreas da Serra da Carioca, visando a ampliação do volume de água disponível para consumo. Em 1844 devido a uma grande seca que afetou todo o abastecimento d'água para a cidade do Rio de Janeiro, iniciou-se uma maior preocupação com a manutenção de aquíferos nas áreas da Floresta da Tijuca.

A fase de restituição da vegetação dessas áreas deu-se a partir de 1861, com a criação do Parque da Floresta da Tijuca, sob a administração do Major Archer. Esse, com alguns escravos num período de 12 anos realizou o plantio de



- 1- SÉCULO XVI / XVII - PROVÁVEL POSSE DOS JESUÍTAS
 2- SÉCULO XVII / XVIII - CASAS COLONIAIS E FORNOS PARA QUEIMAR-SE CARVÃO
 3- SÉCULO XVIII / XIX - QUILOMBOS
 4- SÉCULO XVIII / XIX - VILA RICA
 5 SÉCULO XIX (sem data precisa)
 a - FAZENDA CANTAGALO
 b - SÍTIO TAQUARA
 c - SÍTIO CAVEIRA
 d - TERRAS DA TERESA
 e - TERRAS DO Sr. SOUTO
 f - TERRAS DE FRANCISCO FERNANDES
 g - FAZENDA DOS MACACOS
 h - GENERAL NOBENDORP

- 6- 1810 - FAZENDA BOA VISTA (GESTAS e ROQUEFEUIL)
 7- 1816/17 - FAZENDA TAUNAY
 8- 1817 - FAZENDA SÃO LUIS (LECESHE)
 9- 1818 - SÍTIO NASSAU (MOKE)
 10- 1819 - CONDE SCEY
 11- ANTES DE 1820 - CHAMBERLAIN
 12- 1825 - GUILHERME MIDOSI
 13- 1855 - COCHRANE (em nome de D. HELENA COCHRANE)

--- LIMITES DO ENGENHO REAL EM 1808 (depois Fabrica de Pólvora)
 --- LIMITES DAS TERRAS DA UNIÃO EM 1848
 — LIMITES DO P.N.T.
 ~ VIAS DE ACESSO

0 500 1000 m

Fig. 2. Ocupação e uso do solo no P.N.T. (SCHEINER, 1976).

mais de 60.000 mudas de árvores de várias espécies nativas ou não.

As mudas foram plantadas em um período de 12 anos, obedecendo técnicas que a época determinavam que as mudas fossem originárias de arvoredos nativos, usando-se o sistema de mudas e sementeiras em linha reta começando de ambas margens das nascentes.

Quanto aos efeitos desse trabalho no que diz respeito ao aproveitamento de água potável para a cidade do Rio de Janeiro, já no ano de 1867 surgiram vários reservatórios com uso da canalização por tubulações de ferro fundido, tais como o da Quinta da Boa Vista (1867), ladeira do Ascurra (1868), Caixa Velha da Tijuca (1869), Bica da Rainha no Cosme Velho, Caixa d'água de Jacarepaguá e a Represa dos Ciganos (1906), todas abastecidas com águas oriundas do Maciço da Tijuca.

Outras áreas de captação d'água para a cidade começaram a ser determinadas com os trabalhos de Paulo de Frontin, nas nascentes da Serra da Tijuca em fins do século passado.

Quanto ao P.N.T, ficou literalmente abandonado no período entre 1889 a 1941, época em que sua manutenção era de responsabilidade do Serviço de Águas e Esgotos do Ministério da Educação e Saúde. No ano de 1941, pelo decreto-lei nº 3.889 foi transferido para o Serviço Florestal do Ministério da Agricultura, sendo que a partir de 13 de dezembro de 1944, a administração e conservação da Floresta da Tijuca passou para a Jurisdição da Prefeitura do Distrito Federal.

Em 1946, com a organização do Serviço Florestal do Distrito Federal, criado pelo decreto-lei nº 8.706-A, per

tendente ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, deu-se início a uma nova fase administrativa da área, que em 8.02. 1967, através do Decreto Federal nº 60.183, passou a ser denominado Parque Nacional da Tijuca, com uma área aproximada de 3.300 ha.

Após a promulgação do Decreto Lei Federal nº 289, de 28.02.1967, o P.N.T. passou a ser administrado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, atual IBAMA.

1.2.3. Clima

1.2.3.1. Considerações Regionais

A variação de tipos e a complexidade dos estu dos climáticos no sudeste do Brasil, têm como características, fatores de ordem estática e dinâmica que atuam conjunta ou iso ladamente de modo que causem variações climáticas sensíveis, a um nível local ou mesmo regional.

Os fatores de ordem estática são analisados por Nimer (1971) como os de caráter locacional, determinados pela influência da localização geográfica; no caso do Sudeste do Brasil, entre os paralelos de 14º a 25º sul, que evidenciam um perfil tropical ao clima desta área. Outro fator estático de grande influência é o relevo, que vai atuar no aumento da tur bulência do ar, principalmente com a passagem de correntes per tubadas.

Quanto aos fatores dinâmicos, sabemos que em decorrência da circulação geral, as massas de ar podem ser ori ginadas em diferentes latitudes. No caso dos padrões de circu lação atmosférica do continente Sul Americano, temos a nível de Sudeste brasileiro, uma influência predominante de quatro massas de ar, descritas por Gallego (1971):

a) Massa Tropical Atlântica - formada no Atlân tico Sul, apresenta uma uniformidade à superfície, com eleva das temperaturas e umidade. No entanto, em altitude perde tal uniformidade e apresenta um contínuo movimento de subsidência mais elevado para Oeste que para Leste, gerando com isso insta bilidade para o setor continental.

b) Massa Tropical Continental - forma-se na depressão do chaco e apresenta-se com elevadas temperaturas e baixa umidade. É dinamizada no verão pela Frente Polar que atua a nível de circulação superior.

c) Massa Polar Atlântica - sua origem dá-se a borda do Anticiclone Polar, onde posteriormente é seccionada pelos Andes formando as Massas Polares Atlântica e Pacífica. No período de inverno, o reforço da Massa Polar Pacífica sobre a Massa Polar Atlântica em associação à disposição do relevo centro original do continente, facilita uma maior penetração da Massa Polar Atlântica em direção ao Norte.

d) Massa Polar Reflexa - é uma massa polar modificada. Com o avanço da Frente Polar, o anticiclone migratório polar se aquece, perdendo em consequência, as suas características originais. Quando há carência de reforço continuado do ar frio da Patagônia, o eixo principal entra em frontólises (dissipação), o seu eixo reflexo, situado entre a "Massa Polar Velha" e a Massa Tropical Atlântica, entra em frontogênese. Em decorrência disto forma-se uma frente secundária que oscila entre os estados de São Paulo e Espírito Santo, provocando precipitações no litoral, pois a frontogênese é acelerada pela presença dos relevos escarpados próximos à costa. No entanto, sua atuação é pouco duradoura, dissipando-se em resposta ao avanço da Massa Tropical Atlântica.

1.2.3.2. Considerações locais

Para Setzer (1953) o clima ocorrente nas áreas do Maciço da Tijuca seria o Mesotérmico (Cfa) a partir da cota dos 600 metros de altitude, com presença mais acentuada da unidade que caracteriza as vertentes atlântica da Serra do Mar.

Gallego (1971) classifica o clima da área como sendo do tipo Tropical de Altitude (Cf), com precipitação média de 2.500 mm anual.

Em análise específica sobre os aspectos climáticos e florísticos do P.N.T., Mattos et alii (1976), baseando-se na classificação de Köppen, definem o clima como sendo Tropical Quente e Úmido sem estação seca (Af), caracterizando-se como um clima típico de áreas de florestas tropicais.

Usando aplicação do diagrama barométrico de Gaussen, Mattos et alii (op. cit) chegam à indicação de um clima sub-equatorial com uma umidade do ar em torno de 80%.

Coelho Netto (1979), avaliando a distribuição de frequências dos totais anuais de precipitação entre 1967/1975 nas estações do Alto da Boa Vista - próximo à área de estudo - Jacarépagua, Penha e Praça XV, notifica que os índices superiores a 2.000 mm (fig. 3), são habituais no Alto da Boa Vista, havendo anos excepcionais que estes chegam os 3.000 mm.

A distribuição mensal do mesmo período evidencia que registros superiores os 250mm, correspondem a uma condição de extrema pluviosidade nas áreas que circundam o Maciço da Tijuca.

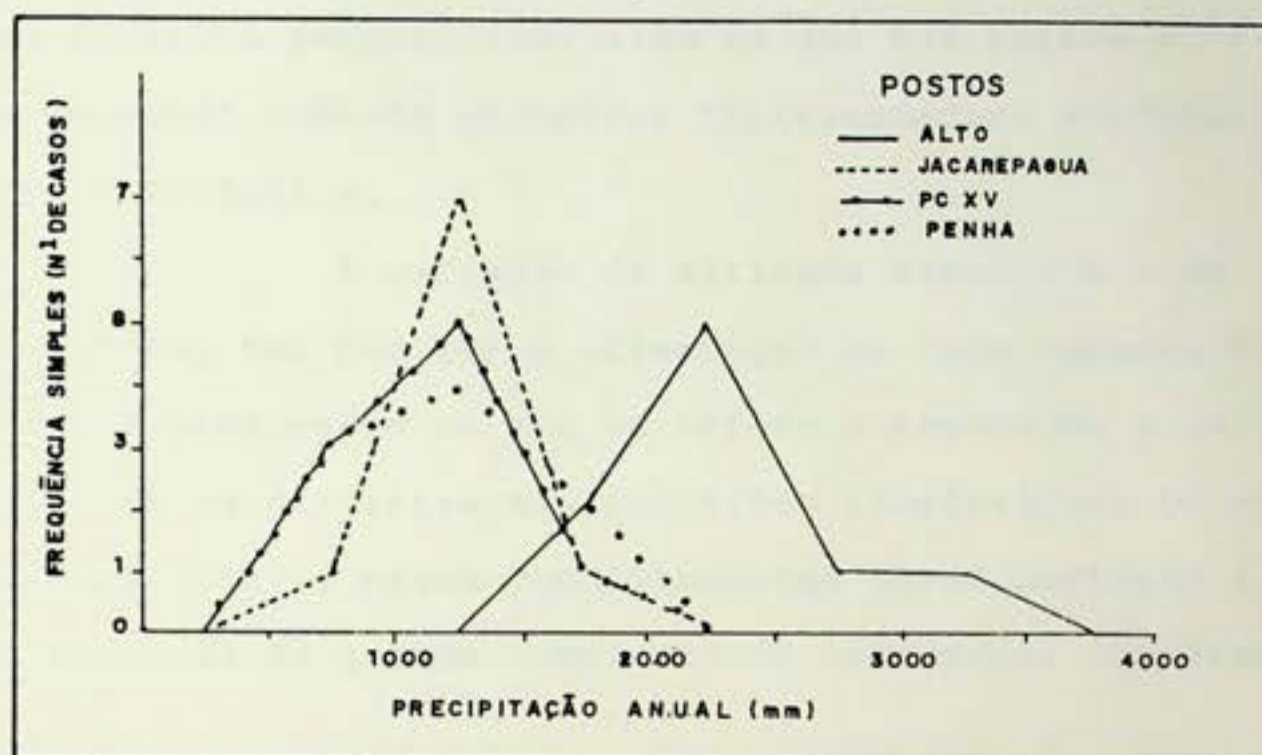


Fig. 3 - Precipitação Anual (mm) e Frequência simples. (Coelho Netto, 1979).

1.2.4. Vegetação

As atuais florestas existentes no P.N.T. podem ser enquadradas em dois níveis. Um representando as áreas de reflorestamento iniciadas no século passado pelo major Archer; outro representando as áreas regeneradas de formação secundária tipo floresta perenifólia, além de que nas partes mais altas das encostas pode-se encontrar representantes arbóreas da antiga Mata Atlântica.

A variação da altitude associada a um relevo montanhoso, faz com que a orientação de cada encosta tenha diferentes gradientes no que se refere a insolação e umidade, que refletirá em distintas manifestações florísticas. De acordo com Oliveira (1987), essas condicionantes levam portanto a uma fitofisionomia de grande complexidade estrutural nas áreas do P.N.T.

Estudos sobre vegetação a um nível de classificação florestal foram realizados por diferentes autores; Kuhlmann (1953), classifica a Mata Atlântica como "Driades" (Região das Florestas do Planalto) que apresenta uma largura variável acompanhando a costa do Brasil, estando compreendida em zona tropical, possuindo caráter higrófilo.

Por sua vez, em estudo mais específico da vegetação no estado do Rio de Janeiro, Segadas Viana (1957) divide a vegetação em: Vegetação de Planície, que considera o relevo até a altitude de 200 metros; Vegetação de Escarpas, compreendendo as cotas altimétricas de 200 a 1.100 metros; e a Vegetação das Altas Montanhas, com altitudes superiores a 1.100 metros.

Em relação à Vegetação de encosta, o autor salienta que essa é subdividida em dois andares distintos de vegetação, caracterizados por clímax particulares.

Entre as cotas de 400 a 700 metros situa-se o andar inferior "piedmont", enquanto o "piedmont" superior limita-se a cota de 1.100 metros.

O clímax do "piedmont" é definido por Segadas Viana (op. cit.), como sendo uma floresta de composição idêntica, quanto aos dominantes, ao clímax que apresenta-se nas baixadas, sendo as características do piedmont superior de clímax de uma floresta costeira de montanha. A Fig. 4, a seguir evidencia a situação da vegetação atual do P.N.T.

A classificação florestal que envolve a área de estudo é descrita por Veloso (1966) como de Floresta Estacional Perenifólia. Rizzini (1979) a classifica como Floresta Pluvial Baixo-montana. Estudo específico sobre a vegetação do P.N.T., foi desenvolvido por Mattos et alii (1976) que a classifica como uma Floresta Tropical Pluvial de Encosta, com subdivisão de seus estratos, cujas as principais espécies arbóreas são assim definidas:

a) Estrato arbóreo, que atingem as maiores alturas, com destaque para o Jequitibá Vermelho, sendo considerada a maior árvore do Parque, com cerca de 40 metros de altura; remanescentes do Pau Brasil, Jacarandá, Caviúna, Angico Vermelho, Angico Branco, Congerona, Copaíba, Braúna, etc...

As epífitas e liana fazem parte desse sub-grupo dado a sua associação hospedeira com as árvores de maior porte.

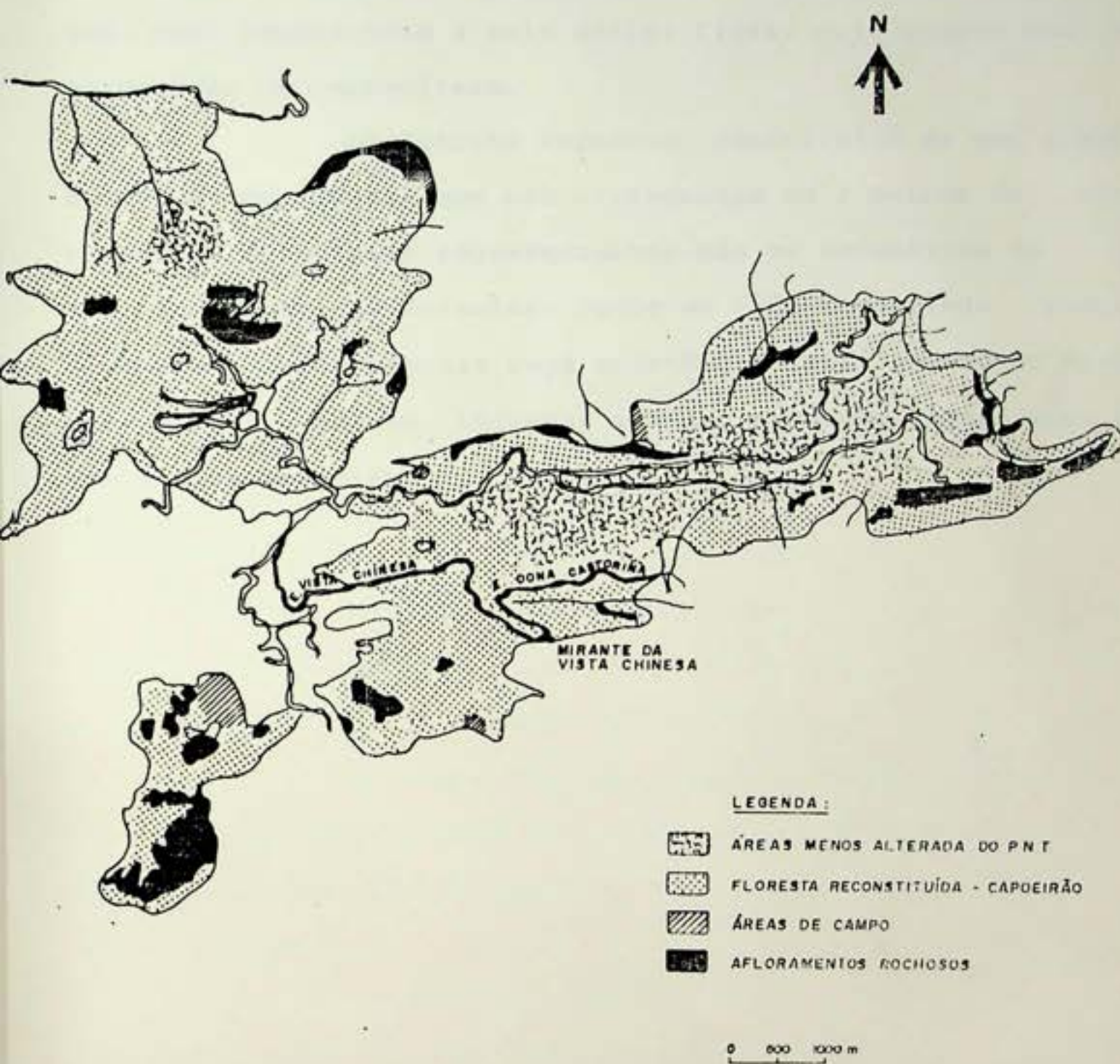


Fig. 4 - Quadro Atual da Vegetação no P.N.T. (Mattos, 1976).

b) Estrato arbustivo, bem representado pela Quaresmeira, Palmeiras de Indaiá, Jerivá, Brejaúbas, Coco airi e um destaque para os Samambaias, que segundo Mattos at alii (op. cit) representam a mais antiga flora, cujo apogeu deu-se no período de carbonífero.

c) Estrato Herbáceo, constituído de uma grande variedade de plantas que não ultrapassam os 2 metros de altura, cujos principais representantes são as Bananeiras do Mato, os Pacóvas, as Marantas. Junto ao chão revestindo pedras e troncos, temos plantas cuja existência interliga-se ao microclima local, como os líquens, musgos, avencas, lycopódios, entre outras espécies.

1.2.5. Geologia

O arcabouço geológico presente na cidade do Rio de Janeiro, representado pelas suas áreas montanhosas é constituído basicamente por rochas antigas do período Pré-Cambriano.

O complexo costeiro da cidade inclui partes da Série Paraíba - Desengano e das faixas Maricá - Conceição de Macabu e Saquarema - Cabo Frio - Macaé, caracterizado por Rosier (1965); o complexo cristalino fluminense e a sequência Búzios são analisados por Fonseca et alii (1979).

Em síntese estatigráfica da antiga província da Guanabara, Rosier (op. cit) descreve duas unidades:

a) Série Serra dos Órgãos e Faixa Rio Bonito - Lumiar, constituídas por gnaisses granitóides, ricos em feldspatos e de granulação mais ou menos grosseira.

b) Série Paraíba - Desengano constituída por charnockitos intercalados por gnaisses e migmatitos variados. Apresenta pouca granitização quando comparada com a série Serra dos Órgãos.

O complexo costeiro que engloba diversas unidades geológicas é constituído por rochas de faces anfibolito e granulito, que sofreram migmatização e granitização em graus variáveis, sendo os tipos mais comuns os gnaisses e migmatitos de estrutura bandada e facoidal. Na cidade do Rio de Janeiro, os Kinsigitos geralmente se associam aos gnaisses facoidais que são mais expressivos (Helmbold et alii 1965).

Em trabalhos posteriores, Leonardos Jr. e Fyfe

(1974) reagruparam as rochas da sequência inferior e superior no grupo Pão-de Açúcar, separando-as em biotita-gnaiss com granada, cardierita e sillimanita; rochas calciossilicáticas e quartzitos no grupo Sepetiba.

No caso da cidade do Rio de Janeiro, os kinsigitos que geralmente estão associados a gnaisses facoidais, ganham maior expressão.

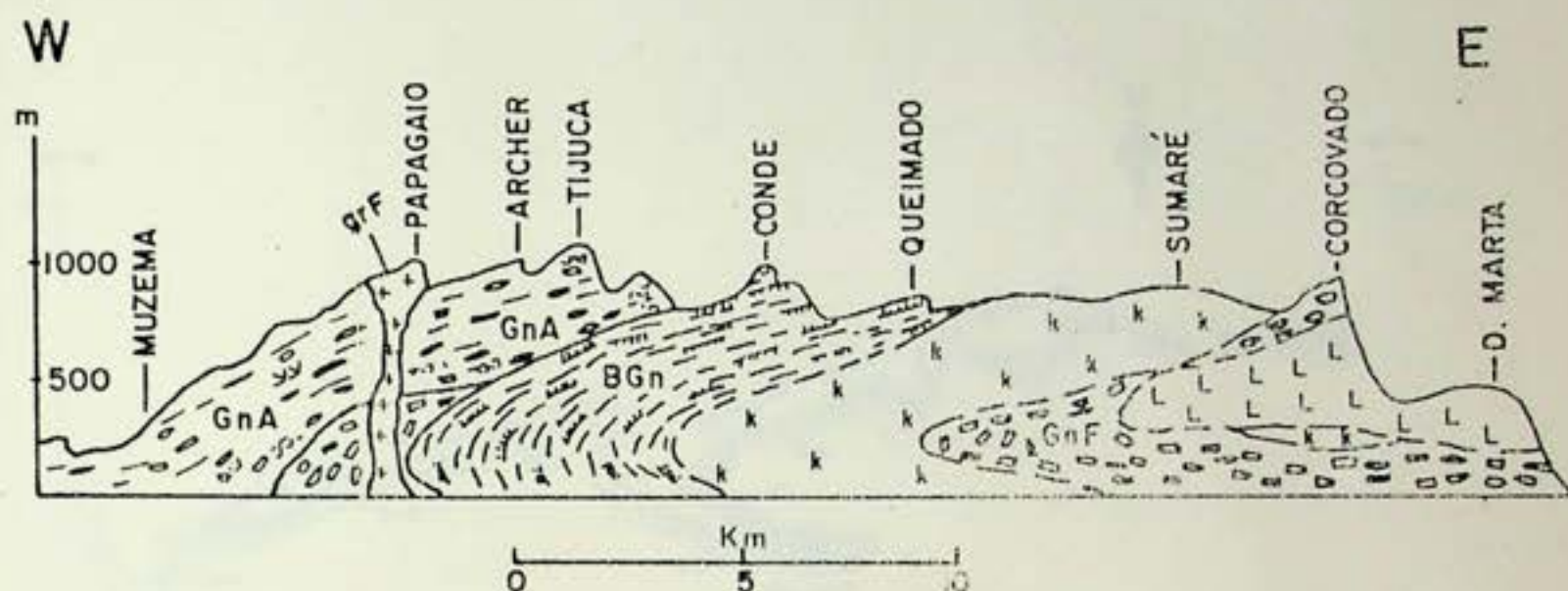
Os gnaisses que ocorrem nos maciços cariocas são de estrutura laminar, semifacoidal, migmática e equigranular, com uma composição mineralógica que varia de microclima-oligoclásio - quartzo - biotita - granada gnaiss leococrático e gnaisses anfibolíticos com estrutura migmática. Estes gnaisses situados em direção à Serra do Mar, atravessam o município no sentido SE-NO.

Palmieri et alii (1980), Pires e Hilbron (1989) reinterpretando a estratigrafia dos gnaisses do Rio de Janeiro, chamam atenção quanto aos gnaisses semi-facoidais, que podem corresponder a gnaisses leococráticos grandando ao biotita-gnaiss com grande variação textural e contendo lentes de charnockitos, denominados gnaisses Archer (Gna), ocorrendo na Floresta da Tijuca (Archer), Pedra da Gávea, Joá e grande parte da Baixada de Jacarepaguá.

Em seguida, Pires et Alii (1989) em estudos geológicos na Floresta da Tijuca, estabelecem importantes relações lito-estratigráficas metamórficas e estruturais dos gnaisses e corpos intrusivos, como demonstra a Fig. 5.

Os autores chamam atenção para o fraturamento em sistema ortogonal com direcionamento principal no sentido E-NE e subordinadamente N-NW, que contribui significativamen

te para a formação do relevo.



Perfil Geológico ao longo da Serra da Carioca

LEGENDA:

- GnA — GNAISSE ARCHER
- BGn — BIOTITA GNAISSE COM QUARTZITO
- K — KINZIGITOS
- GnF — GNAISSE FACOIDAL
- L — LEPTINITO
- CHARNOKITO
- PEGMATITO
- grF — GRANITO FAVELA

Fig. Perfil geológico ao longo da Serra da Carioca (Pires et alii, 1989).

No trecho estudado ao longo das estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina, na vertente Sul do Maciço da Tijuca, a geologia local de acordo com os mapeamentos realizados por Pires et alii (op. cit) e informações obtidas no campo, é formada basicamente por biotita-gnaiss, gnaiss facoi

dal, quartzitos e associação biotita - gnaiss e quartzito, co
mo pode se observado na Fig. 6.

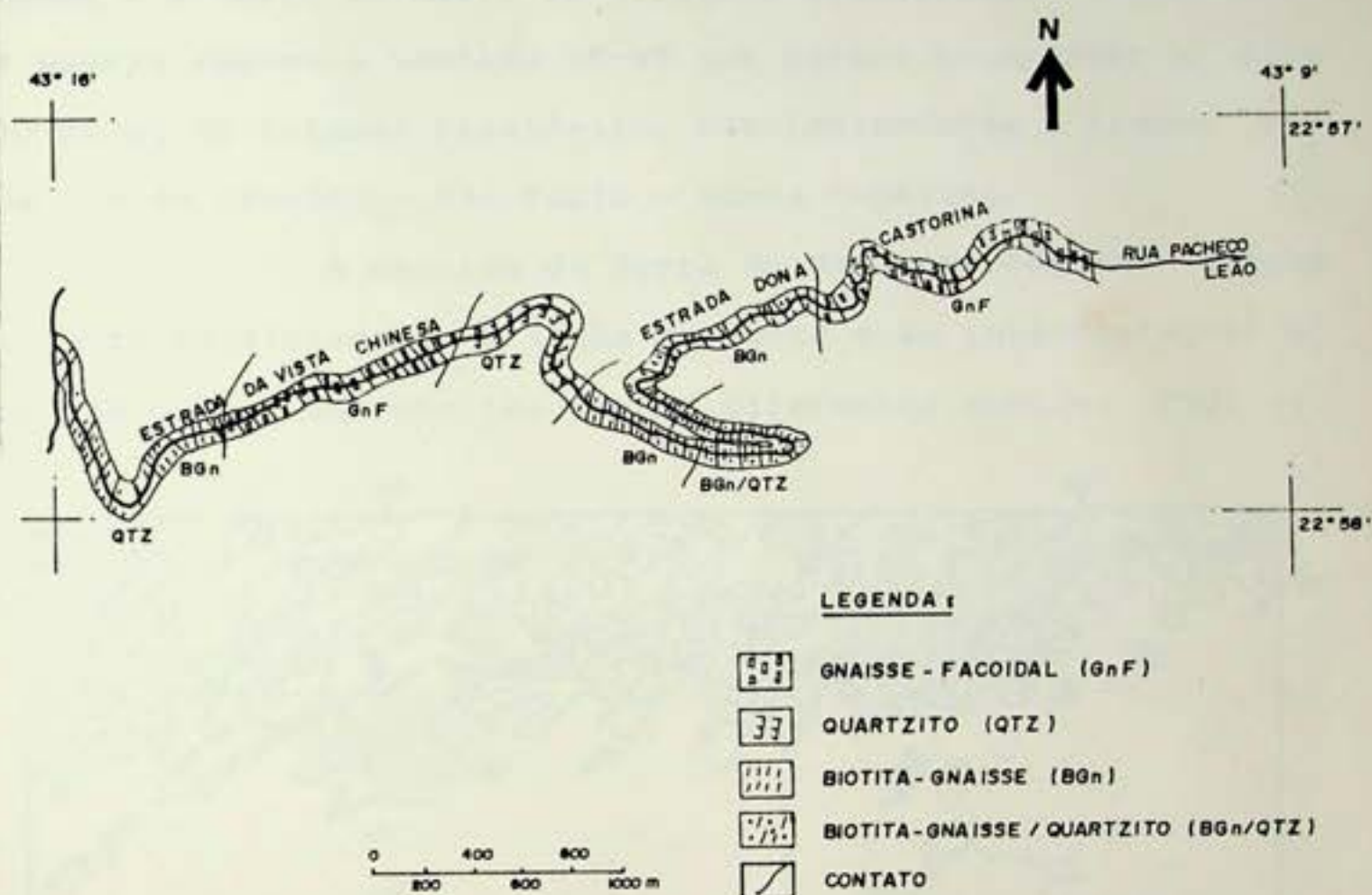


Fig. 6. Geologia ao longo das estradas da Vista Chinesa e Do
na Castorina.

1.2.6. Relevo

A caracterização regional do relevo é de contraste entre as áreas de baixada e as encostas (maciços litorâneos e a Serra do Mar). As direções estruturais dominantes do modelo seguem o sentido SE-NE que parece acompanhar a direção geral do litoral brasileiro, considerando-se o trecho entre Rio de Janeiro - São Paulo - Santa Catarina.

A escarpa da Serra do Mar apresenta-se disposta quase paralelamente à linha da costa e as interpretações sobre sua origem são analisadas por diferentes autores (Fig. 7).

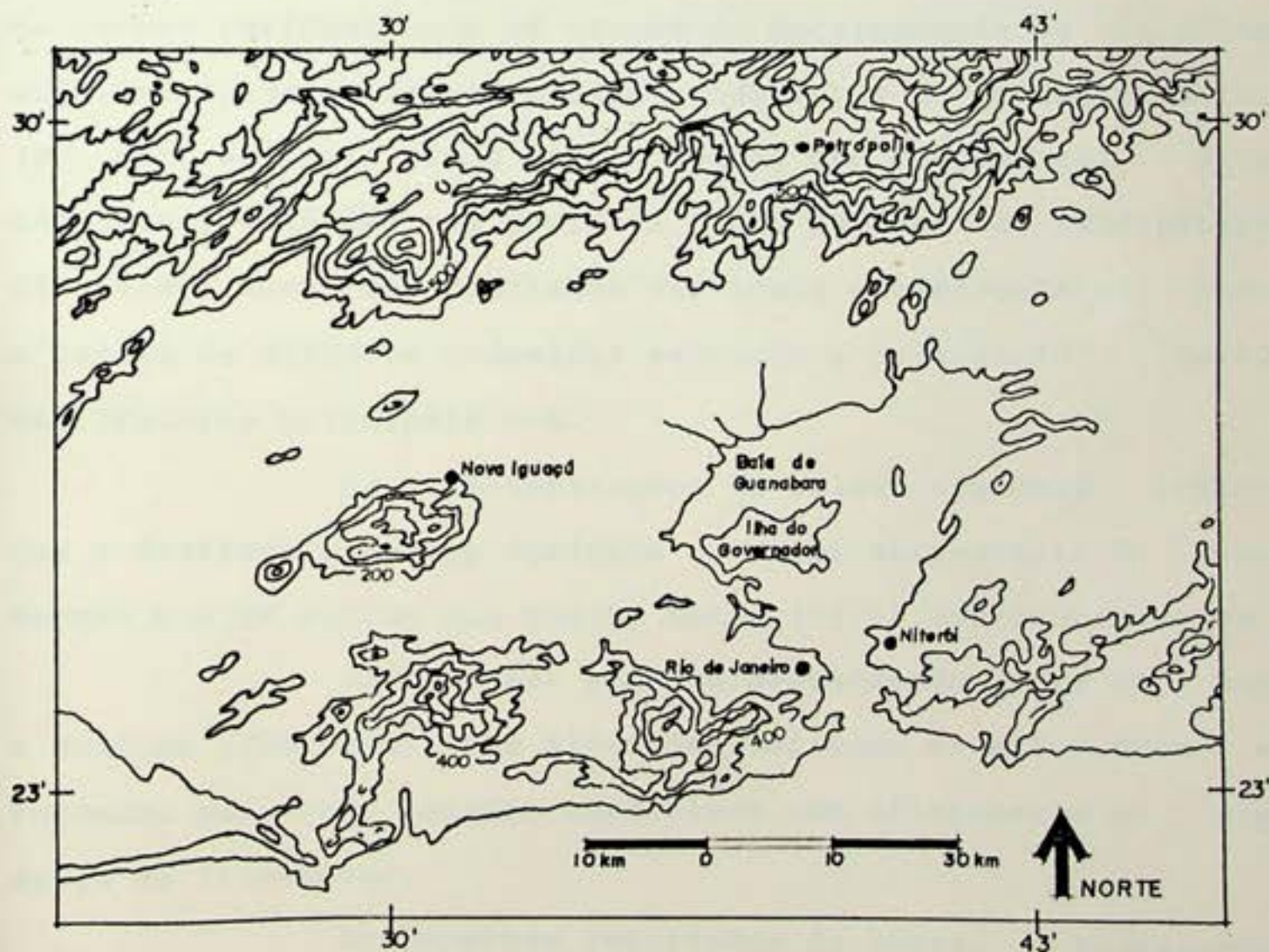


Fig. 7. Escarpas da Serra do Mar (Coelho Netto, 1979).

Os estudos de Ruellan (1944) avaliam que sua origem deu-se a partir dos falhamentos escalonados combinados com processos de erosão. A direção geral do falhamento SW-NE estaria relacionada às antigas direções estruturais do embasamento.

Para Rich (1953) e Rosier (1957) o escarpamento da Serra do Mar surgiu como um monoclinal produzido por arqueamentos, acompanhado de falhas locais e processos erosivos intensificados pela tectônica.

Em relação às serras litorâneas, zona dos pães-de açúcar típicos, de acordo com Birot (1959), trata-se de um relevo residual onde os traços do escarpamento de falha original apagaram-se por efeitos constantes da erosão. Birot (op. cit) salienta ainda que as rochas que compõem tal área são duras, talhadas nos gnaisses "Olho de Sapo" de feldspatização tardia quase sem diáclases verticais e horizontais, onde o relevo se dispõe em chapelets seguindo a orientação geral das fraturas principais W-E.

As caracterizações do relevo regional levam-nos a distinguir quatro domínios de maior abrangência de suas formas que de acordo com Coelho Netto (1979) apresentam-se em:

a) Escarpas pouco dissecadas da Serra do Mar e Maciços litorâneos, com altitudes variadas de até 2.000m e formando por vezes padrões abrupcos com afloramento ou presença de litossolos.

b) Esporões rebaixados da serra, representados pelas ombreiras da Serra do Mar formadas pelos interflúvios voltados para o litoral.

c) Colinas, de formas convexas "meia laran

jas" associadas ao retrabalhamento do cristalino ou ao "grupo barreiras".

d) Fundo das depressões, caracterizado por uma topografia plana (horizontal ou sub-horizontal) formando o ambiente holocênico. Acompanham os médios cursos dos canais de drenagem como faixa de extensão lateral variável.

Os maciços costeiros, da Tijuca, Pedra Branca e Gericinão-Medanha, constituem de maneira mais expressiva o relevo carioca, com peculiaridades morfológicas caracterizadas nas diferentes formas de pontões (tipo Pão-de-Açúcar, segundo Birot, 1959).

O Maciço da Tijuca sofreu influência de deslocamento do antigo planalto, determinando o alinhamento predominante NE-SW de acordo com Maio (1972). Sendo que suas vertentes apresentam-se recobertas por um manto de espessura variada de solo/regolito, associados à presença de blocos dispersos aleatoriamente, formando em conjunto o substrato que sustenta toda floresta ali existente.

1.2.7. Solos

A variação espacial dos diferentes solos, e suas características intrínsecas possuem aplicabilidade diferenciada, considerando-se a análise ou trabalho que se queira realizar. A um nível pedológico-taxonômico as informações obtidas a partir de um levantamento de solos refletem não apenas a noção da distribuição espacial desses, bem como um inventário de suas principais características de ordem física, química e mineralógica.

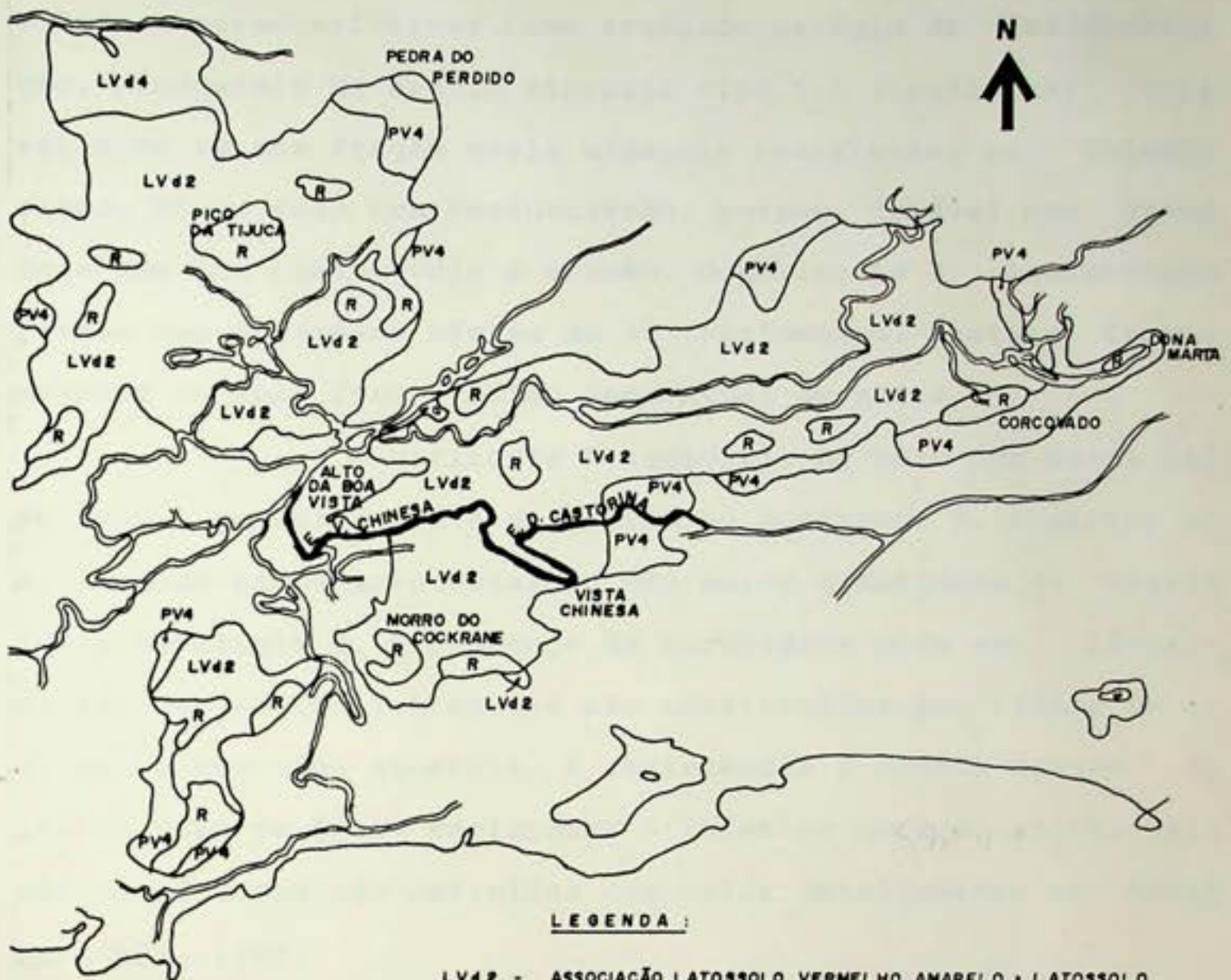
A partir do levantamento dos solos efetuado no município do Rio de Janeiro em escala de 1:50.000 (EMBRAPA/SNLCS, 1980), pode-se avaliar a distribuição geográfica e os principais tipos de solos de toda a área do P.N.T. (Fig. 8), em que são registradas principalmente as associações de grupos de solos.

De acordo com essas associações, as áreas cortadas pelas estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina, são constituídas de:

LVd² - Associação Latossolo Vermelho- Amarelo + Latossolo Câmbico, ambos textura argilosa + Cambissolo Latossólico + Solo Litólico, ambos textura média cascalhenta, todos álico A moderado, fase floresta sub-perenifólia, relevo montanhoso + afloramento de rocha.

PV4 - Associação Podzólico Vermelho - Amarelo álico + Podzólico Vermelho Amarelo equivalente eutrófico rasos A moderado textura média/argilosa + solos Litólicos indiscriminados, todos fase floresta sub-caducifólia, relevo forte ondulado + afloramento de Rocha.

R - Afloramento de Rocha.



LEGENDA :

- LVd2** - ASSOCIAÇÃO LATOSSOLO VERMELHO AMARELO + LATOSSOLO CÂMBICO ambos textura argilosa + CAMBISSELO LATOSSÓLICOS + SOLOS LITÓLICOS ambos texturas média cascalhenta todos ÁLICOS A moderado fase floresta subperenifolia relevo montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
- LVd4** - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ÁLICO pouco profundo A moderado de textura argilosa fase floresta subperenifolia relevo forte ondulado.
- PV4** - ASSOCIAÇÃO PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO raso ambos A moderado textura média/argilosa + SOLOS LITÓLICOS INDISCRIMINADOS todos fase floresta subcaducifolia relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
- R** - AFLORAMENTOS DE ROCHA.

FONTE - Ampliado a partir de mapa de Reconhecimento Detalhado dos solos do ex-Estado da Guanabara, escala 1:50.000 EMBRAPA (SNLCS - 1977).

0 500 1000 m

Fig. 8. Mapa dos Solos do P.N.T. (EMBRAPA/SNLCS, 1977).

Os solos do grupo B latossólico possuem normalmente características como avançado estágio de intemperização, predomínio de argilo minerais tipo 1:1 (caulinita) apresentando em sua fração areia minerais resistentes ao intemperismo. É um solo bem desenvolvido, poroso, friável bem drenado e com boa resistência à erosão. O horizonte B latossólico possui uma espessura mínima de 50 centímetros, textura franco arenosa ou mais fina e baixo percentual de silte.

O horizonte B textural, no caso dos solos podzólicos, possui acúmulo de argila no horizonte B, superior ao A, podendo ainda apresentar ou não maior quantidade de argila que o horizonte C. A presença da cerosidade pode ser identificada nestes horizontes que são constituídos por filmes de argilas ou coloides minerais. A resistência à erosão desses solos no caso de áreas exploradas é inferior aos latossolos. Tais características são definidas com maior detalhamento em EMBRAPA/SNLCS, 1980.

O desenvolvimento desses solos nas vertentes do P.N.T. associa-se aos regolitos, superposição de elúvios (rocha alterada in situ) e depósitos de encosta (talus e colúvios) existentes na área do P.N.T. e denominados de domínios permeáveis por Coelho Netto (1979).

No caso específico dos depósitos de encostas (colúvio), Coelho Netto et al (1980) afirma que a estrutura desses materiais sugerem uma gênese associada a processo de movimento de massa do regolito, numa condição paleohidrológica que testemunhariam eventos de alta intensidade.

De acordo com Meis e Monteiro (1979) as formas topográficas associadas a estes depósitos correspondem às cabeceiras de rampas.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os estudos referentes aos movimentos de massa estão associados a um conjunto de fatores de ordem natural, antrópica, ou mesmo uma associação desses elementos segundo Prandini et alii (1976).

Diferentes enfoques metodológicos podem ser utilizados nesses estudos. As análises de ordem físico-mecânica, a exemplo, predominam na maioria dos trabalhos pertinentes ao tema; de forma individual, abordando os aspectos de natureza física expressa por parâmetros pertinentes a mecânica dos solos, ou associada a informações de ordem geológica, pedológica, geomorfológica ou mesmo hidrológica, como podemos observar nos trabalhos de Sternberg (1948), Bishop e Margester (1960), Mou^usinho e Bigarella (1965), Terzaghi e Peck (1967), Meis (1968), Carson e Kirkby (1972) Lacerda Sandrone (1985), Sidle et alii (1985); Tsukamoto et alii (1987) entre outros.

A variação encontrada nas abordagens dos problemas referentes aos movimentos de massa, está associada aos próprios mecanismos tais episódios.

Schuster e Krizek (1978) classificaram tais fatores de acordo com suas relações a um ou mais dos parâmetros que se seguem:

- a) Natureza do material movimentado;
- b) Mecanismo de ruptura;
- c) Natureza e forma da área de ruptura e do depósito resultante;
- d) Superfícies de fraqueza e fissuras pré-existenttes;

- e) Velocidade e duração dos movimentos;
- f) Aspectos geológicos e geomorfológicos;
- g) Aspectos climáticos;

Lumb (1975), descreve três tipos comuns de rupturas de taludes realizadas em solos residuais de Hong Kong. Como característica marcante, todas as rupturas ocorrem subitamente, muitas das vezes sem nenhuma detecção de causa anterior, ocorrendo frequentemente após um período chuvoso.

Anteriormente, Nascimento (1967) in Guidicini e Nieble (1976), havia proposto uma escala a partir da velocidade adquirida pelos movimentos visando a classificação desses, como podemos observar na Fig. 9.

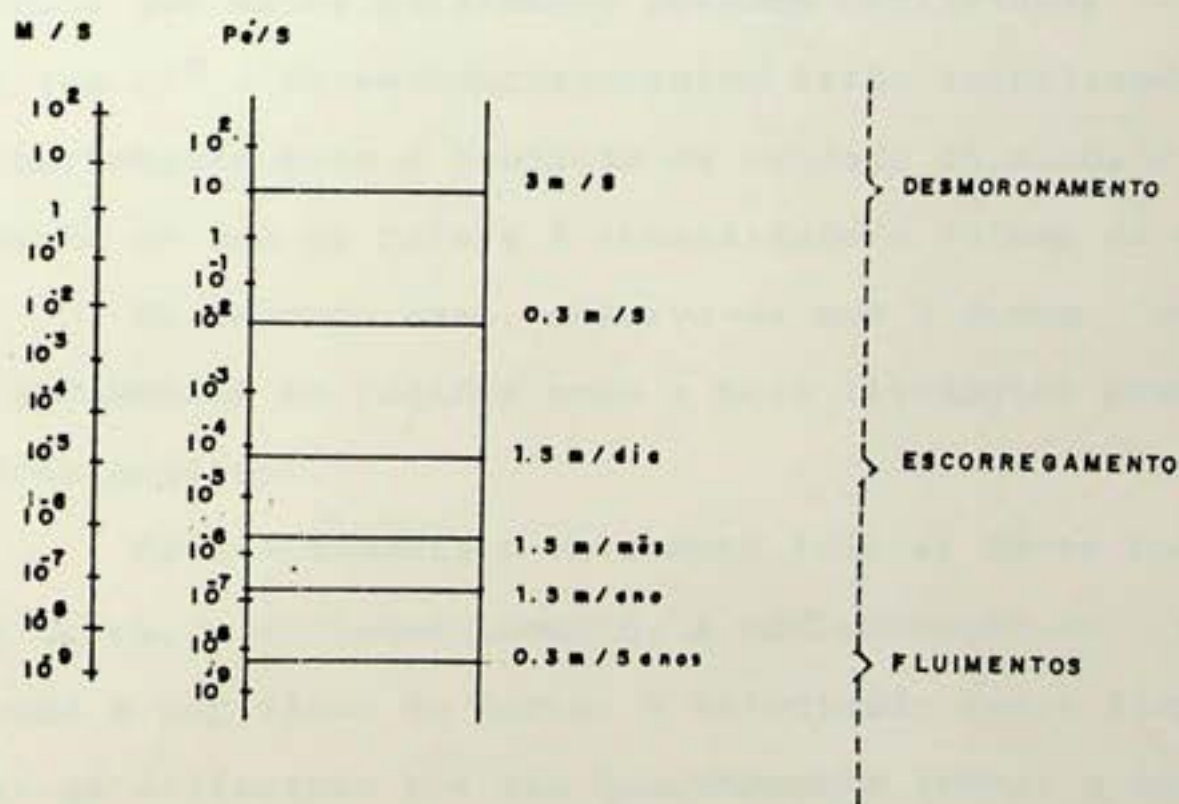


Fig. 9. Escala da Velocidade para enquadramento dos movimentos de massa (Guidicini e Nieble, 1976).

As definições tipológicas e classificatórias quanto aos escorregamentos são inúmeras; os trabalhos de Freire (1965), Vargas (1966) Guidicini e Nieble (1976), Bacarro (1985), são alguns desses exemplos.

No que se refere aos escorregamentos de solos, Sidle (1980) classifica tais acidentes em:

a) Escorregamentos de detritos, avalanche de detritos e fluxos de detritos, podendo estes ocorrerem de forma individual ou associada.

b) Corrida de terra e fluxo de terra

c) Rastejo

No primeiro caso, de forma individual ou coletiva, os movimentos ocorrem em encostas com ou sem cobertura vegetal sendo que estas geralmente possuem declividade natural maior que 25° . Estes escorregamentos estão interligados às características como a condição de umidade do solo, e a precipitação no que se refere à intensidade e volume da mesma.

No segundo caso, observa-se que é comum ocorrerem tais movimentos em regiões onde a base litológica produz um regolito argiloso.

Frequentemente o movimento inicial dá-se por corrida de terra, e subsequentemente, a movimentação do material removido é por fluxo de terra. A velocidade desse fluxo pode variar de milímetros por ano (extremamente lenta) a metros por dias (rápida).

No último caso, o Rastejo é considerado como um grande movimento de massa, no entanto com velocidades lentas e extremamente lentas. O rastejo frequentemente atua conjun

tamente com os processos de transporte de superfície, o que pode ocasionar na existência de falhas geológicas, possíveis escorregamentos, rápidos e localizados.

A velocidade do rastejamento tende a diminuir com a profundidade, acusando com isso maiores efeitos na superfície do terreno e na zona de raízes do que a maiores profundidades.

Quanto aos mecanismos, ou ainda, os agentes geradores dos movimentos de massa, estes podem ser classificados em: Agente predisponentes (geomorfológicos, climático-hidrológicos) e Agentes efetivos (força da gravidade, força tectônica, água, homem), Guidicini e Nieble (1976).

Terzaghi (1950), Shuster e Krizek (1978), vêem as causas do movimentos de massa conjugadas em três grupos distintos: causas internas, externas e intermediárias.

As causas internas são as que provocam escorregamentos sem a ocorrência de modificação prévia na geometria do maciço, tais como o aumento das porospressões e declínio da coesão. São geralmente devidas às mudanças no regime hídrico dos maciços.

As causas externas geralmente estão associadas a modificações da geometria dos maciços e independem de alterações da resistência do solo ao cisalhamento. Podem ser citadas as vibrações, abalos sísmicos, ação de sobrecargas e mudanças de declive.

As causas intermediárias podem estar relacionadas à ação da água no interior dos maciços ou a efeitos de agentes mecânicos, como a liquefação espontânea, erosão subterrânea (piping), oscilações súbitas do lençol freático e diminuição

do efeito da coesão aparente.

Estas interligações entre diferentes fatores de ordem causal dos movimentos da massa, evidenciam a dinâmica operante dos processos relacionados a tais movimentos, principalmente em áreas intergrade ou de transição como as vertentes. Em tais condições, os processos pedogenéticos somam-se aos demais processos aí existentes, de forma a influenciar e serem influenciados nesta dinâmica.

Dalrymple et alii (1968), estabeleceu a partir do desenvolvimento de modelo, algumas unidades hipotéticas em uma vertente, associando cada unidade morfológica a um processo predominante. Nos interfluxos predominariam os procesos pedogenéticos, nas partes convexas o creep, nas partes medianas da vertente o transporte por movimento de massa, e nos sopés encostas a redeposição até a influência aluvial.

Ovalles e Collins (1986) esclarecem que as diferenças nos valores das propriedades do solo são influenciadas pelo seu posicionamento diferenciado no relevo, e pelo material de origem do mesmo.

Tais propriedades envolvem características de ordem física, química, mineralógica e biológica do solo, que associadas refletem características de um dado perfil, cuja dinâmica de fatores como adição, remoção, translação e transforção, poderiam ser mais ou menos influenciados de acordo com a posição do perfil no modelado (Ruelan, 1971; Monniz, 1972).

A relação solo-relevo em estudos de gênese do solo, é salientada por diferentes autores como Ruhe (1956), Valke e Ruhe (1968), Daniels et alii (1977), Melo et alii (1974), Lepsh et alii (1977), e Classmann et alii (1980).

Nesta perspectiva, temos que os estudos que caracterizam os processos morfo-pedogenéticos podem fornecer subsídios ao entendimento dos mecanismos atuantes nos movimentos de massa.

Tricart (1968), afirma que a pedogênese influencia os mecanismos fundamentais da morfogênese, citando como exemplo, as áreas de clima tropical úmido, onde as alterações climáticas podem desencadear deslizamentos de terrenos.

Tricart (1977), avalia os meios intergrades, no caso as vertentes, caracterizando-as pelas interferências permanentes e concorrentes num mesmo espaço dos processos de morfogênese e pedogênese. Considerando tal balanço pedomorfogenético a processos atuantes em vertentes, este poderia ser aplicado também aos movimentos de massa que afetam o solo em toda sua espessura, dificultando a diferenciação dos horizontes. Deve-se portanto considerar em seu estudo, o conjunto da encosta, visando o entendimento de sua formação.

Neste caso, onde vemos a atuação do relevo na determinação de características peculiares a um dado perfil, percebemos que estas relações implicam em modificações constantes sobre os solos de encostas, sejam estes de origem "in situ" ou não.

A condicionante forma de relevo em associação ao solo, poderá influenciar características intrínsecas a estes, como a umidade, via convergência de fluxo d'água em áreas concavas (hollow), Haggett (1975).

Os movimentos de água no solo por sua vez, terão relações com a estabilidade deste, via expansibilidade ou não dos argilo-minerais, refletindo-se ainda sobre os mecanismos

de porosidade e permeabilidade do solo (Petty, 1979).

Os diferentes tipos de argilo-minerais oriundos de transformações hidrotermais, ou pelo intemperismo, adquirem características próprias que poderão influenciar os mecanismos dos movimentos de massa.

Mazurak (1950), analisando a influência de diferentes argilo-minerais na agregação dos solos, verificou que sob as mesmas superfícies específicas, a bentonita causa maior agregação do que iguais quantidades de argilas de baixa superfície específica, tipo caulinita.

Vargas (1981) diz que de forma geral, a plasticidade e a coesão de uma amostra de solo, dependem além de seu teor de umidade, da espécie mineralógica presente e de suas propriedades coloidais.

Sidle et alii (1985), adverte quanto à possibilidade das argilas influenciarem a estabilidade e a coesão do solo, como o que ocorre por exemplo nos movimentos de fluxo de terra saturada, entre outros tipos de movimentos. E chamam atenção para as propriedades hidrológicas do solo, que afetam a estabilidade das encostas, tais como: o movimento de água no solo, e a sua capacidade de retenção.

Durgin (1977), avaliando deslizamento e alterações em rochas graníticas, definiu quatro estágios de alteração nas mesmas, sendo a formação do saprolito o estágio mais avançado da decomposição da rocha sã. A exemplo dos escorregamentos ocorridos na década de 60 no Rio de Janeiro, o referido autor salienta que os mesmos ocorreram em sua maioria no saprolito.

Gerrard (1988), baseando-se em trabalho de Deere e Patton (1971), avalia tipos distintos de perfis de alteração

apartir de rochas metamórficas e Igneas, Fig. 10.

Nesta avaliação, Gerrard (op. cit), sugere basicamente a subdivisão do perfil em três camadas principais: Solo Residual (1ª camada); Rocha alterada (2ª camada) e Rocha sã (3ª camada).

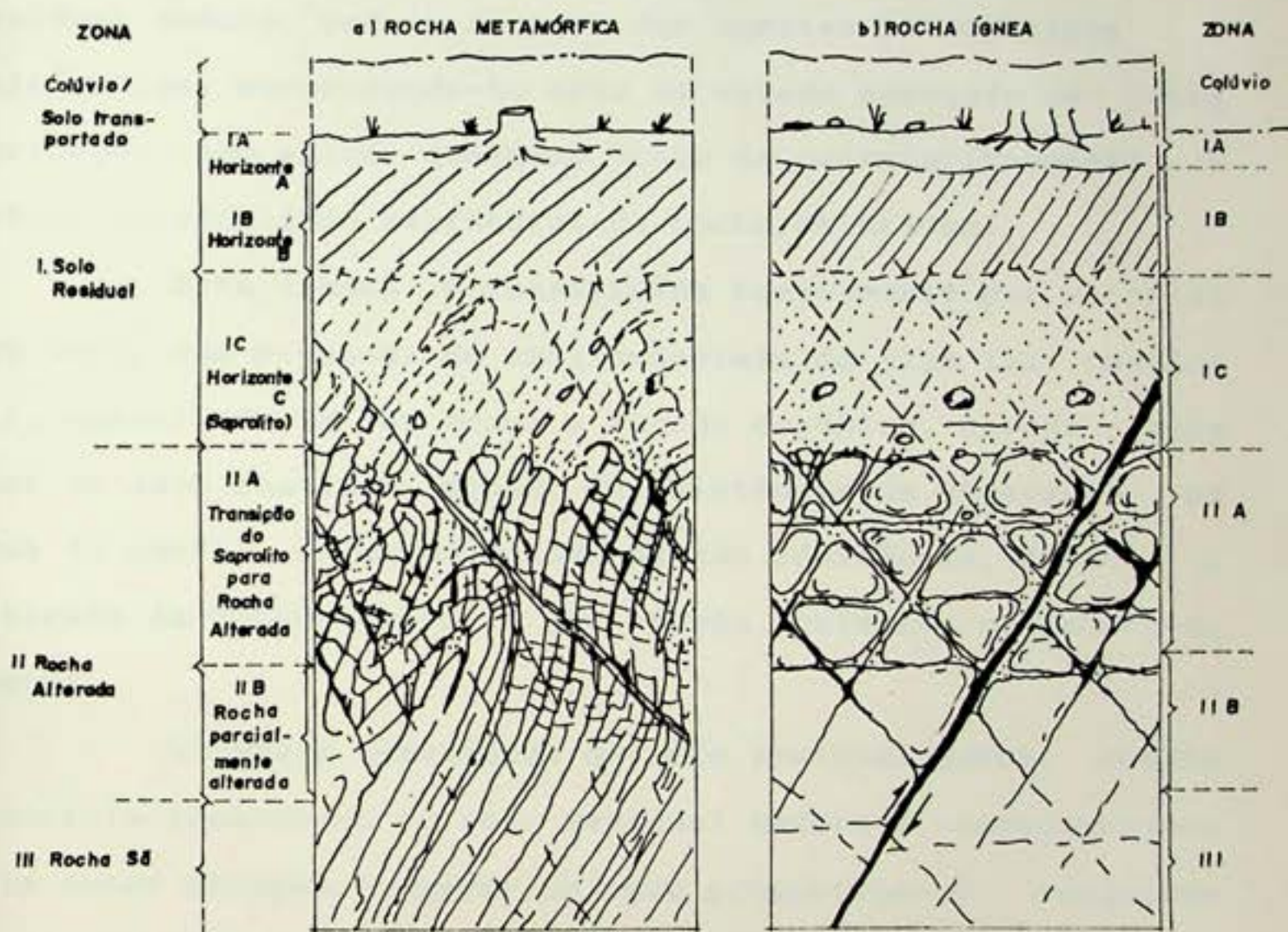


Fig. 10. Perfis de Alteração (Gerrard, 1988).

Outras propostas quanto a subdivisão do perfil de alteração, foram realizadas anteriormente por Ruxton e Berry (1957); Vargas (1971), entre outros, que estendem a quatro ou cinco camadas diferenciadas o perfil.

Os trabalhos de Barata (1969), Townseud (1985) e Gerrard (1988), fazem em conjunto uma apresentação de várias características que configuram propriedades diferenciadas entre as várias camadas consideradas, que procuramos sintetizar da seguinte forma:

a) O solo residual-apresenta-se dividido em solo residual maduro, onde a atuação dos agentes intempéricos é mais antiga, encontrando-se esta em estado avançado de intemperização, sem manter qualquer traço de correlacionamento à antiga conformidade estrutural da rocha de origem.

Esta camada é constituída basicamente por material argiloso, com presença de argilominerais do tipo 1:1 (cauliníta), associando-se por vezes a camada orgânica, camada superior do solo residual, quando da existência de vegetação na área do perfil, ou mesmo quando da não ocorrência, devido a retirada da camada orgânica por erosão acelerada ou escorregamentos.

A camada denominada de solo residual jovem, abaixo e correlacionando-se ao solo residual maduro é caracterizado pela menor atuação intempérica, que proporciona o resguardo de alguns aspectos configurativos pertinentes a estrutura relíquia da rocha de origem.

O comportamento físico-mecânico dessa camada é anizotrópico no que se refere a permeabilidade e ao cisalhamento. Sua textura é grosseira com presença por vezes de cascalhos, fragmentos de pedra ou mesmo matacões. Sua espessura varia de 2, 10, 20 até 80 metros e sua cor vai do amarelo ao cinza e marron.

O grau de resistência dessas formas relíquias relacionadas a estrutura da rocha matriz, mostram-se bastante afetadas pelo intemperismo químico (em áreas tropicais), ficando fácil o seu desmantelamento com uso das próprias mãos.

b) A rocha alterada-sua resistência estrutural é menor que a rocha sã, apresentando uma maior permeabilidade do que esta.

A intemperização nesta zona dá-se fundamentalmente por zonas de maior fraqueza do bloco, aproveitando as fissuras existentes; evoluindo o processo intempérico gradativamente. Apesar desses efeitos relacionados a condição de intemperismo da camada, a sua remoção em grande proporção só é possível com uso de maquinário ou explosivos. Tendo o seu limite de contato com a camada imediatamente superior (saprolito), determinado mais precisamente com a utilização de sondagem evitando-se assim erros de avaliação.

c) Rocha sã - obrigatoriamente esta apresenta-se sem nenhuma atuação dos processos intempéricos, ao menos numa escala de observação plausível às análises com fins aos estudos geomecânicos normalmente utilizados.

As questões de maior pormenorização quanto aos processos geoquímicos de transformação que ocorrem nas rochas, iniciando o perfil de alteração até as formações de solos e desenvolvimento argilominerais específicos a determinadas características edafoclimáticas, podem ser observadas nos trabalhos de Pedro (1963), Pedro (1969), Pedro e Delmas (1980).

III - METODOLOGIA

A metodologia adotada para a execução do tema proposto, abrangeu três fases: os trabalhos de campo, de laboratório e de escritório, que foram desenvolvidos de forma alternada, face a natureza do trabalho.

3.1. Trabalho de Campo

3.1.1. Reconhecimento de todos os acidentes e seleção dos locais para observações e coletas de amostras

Nesta fase inicial foram realizadas várias observações de cunho qualitativo em relação aos acidentes existentes na área de estudo. Tais observações envolveram as análises do tipo de material mobilizado, a condição do asfaltamento nos pontos onde ocorreram tais mobilizações, os efeitos causados pelo sistema de drenagem pluvial local, e a situação dos locais de escorregamentos, com ponto de maior fluxo de água.

Foram realizados croquis esquemáticos representativos da situação correlativa entre a forma de ocorrência dos acidentes e as estradas, além de documentação fotográfica (em anexo), da situação dos escorregamentos e da colocação dos gabiões.

3.1.2. Morfometria dos Escorregamentos

A análise morfométrica visou a determinação de parâmetros quantitativos que permitissem o estabelecimento de relações quanto ao tamanho das cicatrizes e volume de material

mobilizado nos escorregamento considerados.

As medições foram efetuadas por uma trena de 50 metros, tipo dobrável, e um clinômetro. As áreas escorregadas onde foram realizadas as medições encontram-se indicadas na Fig. 11.

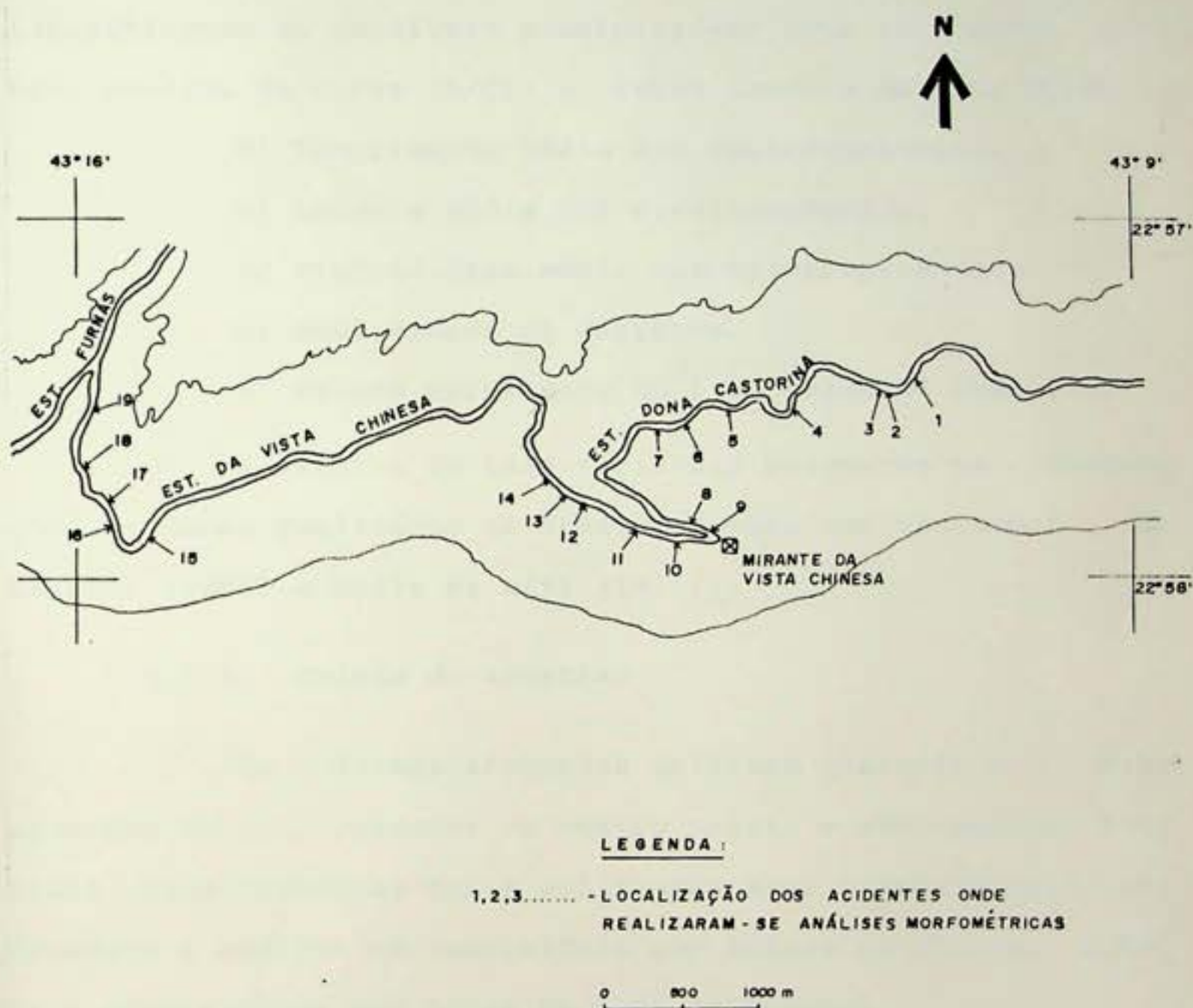


Fig. 11. Localização dos escorregamentos onde foram realizadas as medições para análises morfométricas.

Foram realizadas dezenove medições num total de quarenta acidentes, que foram assinalados pela Diretoria de Geotécnica da Prefeitura do Rio de Janeiro, ao longo das estr

das Dona Castorina e da Vista Chinesa, e demonstrados anteriormente na Fig. 1.

As variáveis descritas a seguir foram determinadas em campo visando a caracterização dos escorregamentos:

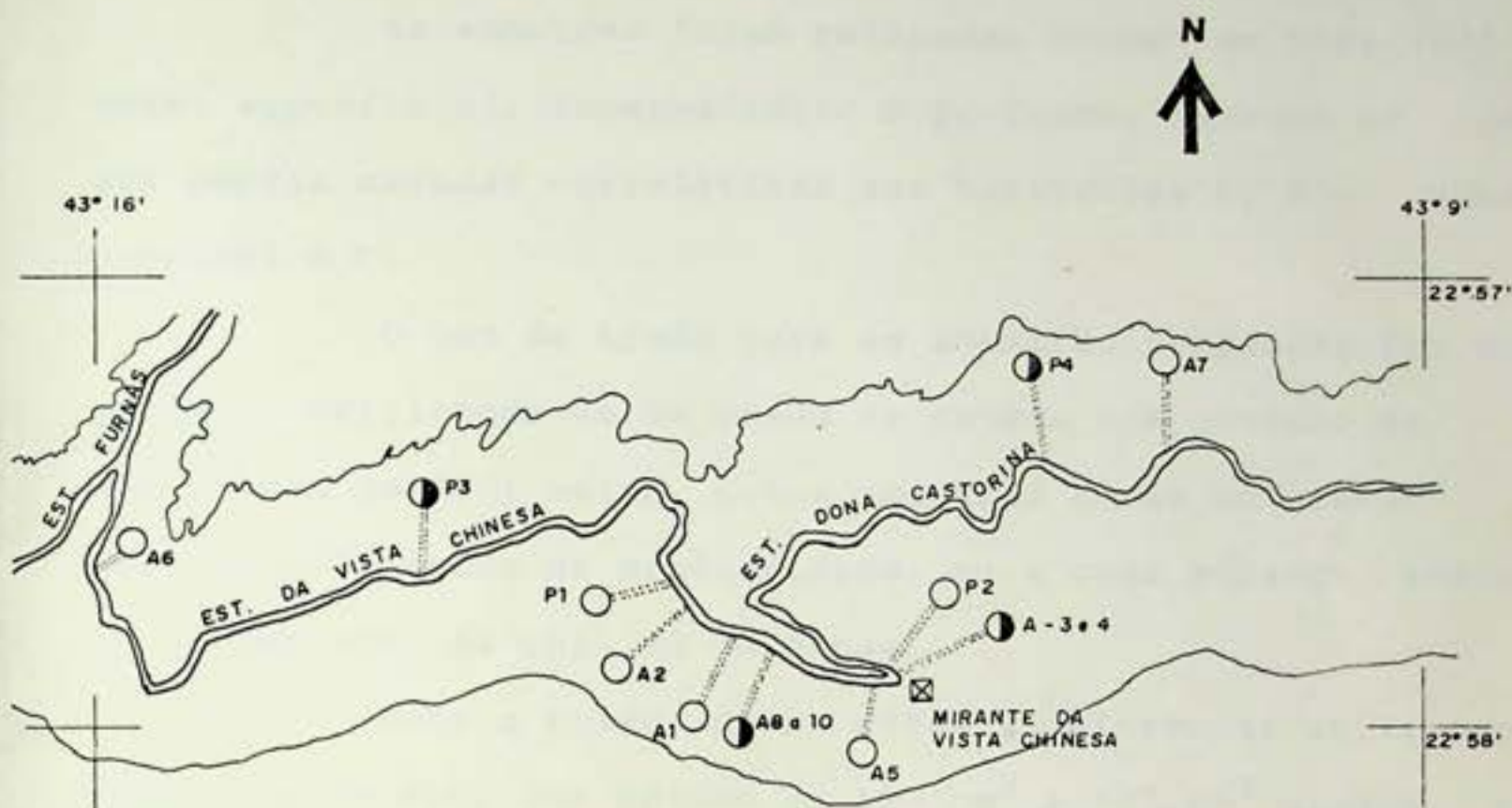
- a) Posição do escorregamento em relação à estrada, identificando as possíveis proximidades: Reta (R); Curva (C); Reta seguida de curva (R/C); e, Curva Seguida de Reta (C/R).
- b) Comprimento médio dos escorregamentos.
- c) Largura média dos escorregamentos.
- d) Profundidade média dos escorregamentos.
- e) Declividade da vertente.
- f) Volume aproximado (m^3) do material removido.

A escolha de tais variáveis baseou-se em observações de campo realizados na área, bem como nos trabalhos de Lacerda (1985) e Sidle et alii (1985).

3.1.3. Coleta de amostras

As análises efetuadas utilizam quarenta e oito amostras de solo oriundas de quatro perfis e oito pontos amostrais. Estas amostras foram utilizadas para a determinação morfológica e análise em laboratório com ênfase na física, química e mineralógica dos solos da área de estudo.

Foram retiradas amostras a partir da determinação das camadas do solo que possuísem maior homogeneidade quanto a textura, estrutura e cor, em compatibilização com a diversidade do substrato geológico (demonstrado na Fig. 6, anteriormente) e ao tamanho dos acidentes observados ao longo das estradas Dona Castorina a Vista Chinesa. No desenvolvimento do trabalho, o termo Camada é empregado visando a identificação



LEGENDA:

- - AMOSTRA DE SOLO COM DETERMINAÇÃO MORFOLÓGICA E POROSIDADE (1)
- - 1 + PERMEABILIDADE
- P - PERFIS 1, 2, 3 e 4
- A 1 - AMOSTRA 1.0 e 1.1
- A 2 - " 2.0 e 2.1
- A 3 e 4 - " 3.0 e 3.3 / 4.0 e 4.3
- A 5 - " 5.0 e 5.3
- A 6 - " 6.0
- A 7 - " 7.0 e 7.1
- A 8 - " 8.0 e 10.2

0 500 1000 m

Fig. 12. Localização dos escorregamentos onde foram coletadas as amostras.

dos horizontes, assim como para indicar que estes possuam uma maior homogeneidade quanto às características morfológicas de

definidas anteriormente referentes à textura, estrutura e cor.

As amostras foram retiradas sempre em três (03) níveis: superficial, intermediário e profundo, havendo no caso dos perfis camadas correlativas aos horizontes A, B e quando possível o C.

O uso de trado para as amostras profundas foi obrigatório, utilizando-se um trado de caneco com conexão de cabos a cada um (01) metro. Estas amostras foram coletadas a cada um (01) metro de profundidade, ou a cada mudança abrupta da textura, da cor, ou de ambas.

Para a coleta de amostras indeformadas utilizou-se cilindros de PVC, com volume de 100 cm³ e 500 cm³ usados respectivamente para a porosidade e a permeabilidade. Estes cilindros foram introduzidos no sentido vertical das camadas analisadas, e posteriormente as amostras eram retiradas com o uso de uma faca, procurando não danificar a estrutura das mesmas. A Fig. 12, vista anteriormente demonstra a localização dos pontos onde foram coletadas as diferentes amostras.

3.1.4. Caracterização morfológica das amostras

A descrição e caracterização morfológica das amostras de solo seguiram as normas estabelecidas pelo "Manual de Descrição e Coleta de Solo do Campo" (Lemos e Santos, 1982). No que se refere à determinação da cor em amostras secas e úmidas, estabeleceu-se a comparação com a carta de cores "Munsell Soil Charts" (1975), com o nome das cores em português, de acordo com o "Manual da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo" (1982).

3.2. Trabalhos de Laboratório

3.2.1. Análises físicas

3.2.1.1. Granulometria

Teve como base o ensaio DPT M51-65 do Manual de Métodos do DNER (1964), cuja execução procedeu-se via combinação de métodos de peneiramento e pipetagem, onde a velocidade de decantação é calculada pela Lei de Stokes, com a retirada de várias amostras de suspensão, a intervalos de tempos definidos.

Tais resultados foram expressos em gráficos, com a curva granulométrica representando valores acima de 4,76mm; entre 4,76 e 2,00mm; entre 2,00 e 0,053mm; entre 0,053 e 0,002mm; e abaixo de 0,002mm.

No caso dos perfis de solo (P), foram representados os horizontes A, B e o C quando possível; nas amostras avulsas, e em profundidade, respectivamente Am e Amp, foram representadas as camadas de superfície, as centrais e as mais profundas. Os valores intermediários, quando existentes, são apresentados em tabela geral numérica, evitando-se assim a sobrecarga e o superposicionamento das curvas nos gráficos de análise.

De acordo com a ficha para os ensaios de granulometria, usual no Setor de Geologia de Engenharia do Departamento de Geologia da UFRJ (anexo 1), estabeleceu-se a seguinte classificação granulométrica:

- Pedregulho - maior que 4,67mm

- Areia Grossa - entre 4,76 e 2,00mm
- Areia Média - entre 2,00 e 0,42mm
- Areia Fina - entre 0,42 e 0,053mm
- Silte - 0,053 e 0,002mm
- Argila - menor que 0,002 mm

A classificação acima representa os limites máximo e mínimo entre os grupos de classificação, sendo que foram utilizadas malhas intermediárias entre um e outro limite, como pode ser observado no Anexo 1.

3.2.1.2. Separação da Fração Silte e Argila com fins à análise Mineralógica

A partir da fração terra fina (menor que 2mm) foram tomados 50 gramas de amostra, acondicionados em um becher, onde eram dispersados junto a 100 ml de água destilada e 10 ml de hidróxido de sódio 1/N.

Após misturar com bastão de vidro por dois minutos, a solução ficava em repouso por duas horas, sendo posteriormente colocada em coqueteleira metálica e rotacionada por quinze minutos.

Essa mistura era então passada por uma peneira de malha de 0,053mm, e recolhida, por uma proveta de 1000 ml, após lavagem com água destilada da fração retirada na peneira. A partir de então, a fração menor que 0,053mm aparada na proveta era completada com água destilada até os 1000 ml, e colocada em repouso por 24 horas, posteriormente eram safonados os vinte primeiros centímetros da suspensão, que devidamente acondicionados, eram postos em banho maria com evaporação lenta à

temperatura de 60°C, até a obtenção da fração argila ainda um decida e pastosa (Viscont e Nicot, 1961).

A partir de então essa fração era guardada em frascos de plásticos devidamente etiquetados para futuras análises de Raio X.

Quanto à fração silte, prosseguia-se com a recomplementação do volume de 1000ml, da proveta com água destilada, e retiradas sequenciais dos vinte primeiros centímetros até que fosse obtida a água da proveta totalmente limpa e com a fração silte depositada no fundo da mesma. A fração silte era então acondicionada em frascos plásticos com um pouco de água destilada e devidamente etiquetados. Os processo acima descrito baseou-se nos trabalhos de Viscont e Nicot (1961) e Polinov (1984).

3.2.1.3. Limites de consistência (Atterberg)

Visaram a caracterização do solo quanto a sua plasticidade. Esses limites são teores de umidade que separam dois estados de consistência; com isso temos o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP). A partir da diferença entre um e outro chega-se ao índice de plasticidade. As determinações dos limites basearam-se nos ensaios DPT - M44 - 64 e DPT M82 - 63 (Manual de Ensaio de Solo, DNER, 1964).

3.2.1.4. Densidade Real

Refere-se ao volume de sólidos de uma amostra de solo, não considerando-se a sua porosidade. O método de determinação utilizado foi o de Picnômetros com água, baseado no

ensaio (Manual de Ensaio de Solo DNER, 1964).

3.2.1.5. Densidade Aparente

Corresponde a massa do solo seco por unidade de volume aparente, ou seja, volume do solo ao natural, incluindo os espaços ocupados pelo ar e água. A determinação foi dada pela expressão: $D_a \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Peso da amostra seca a } 105^\circ \text{ C}}{\text{Volume do anel cilindro}}$

Volume do anel cilindro

Tal método baseou-se no ensaio 1.11.1 (EMBRAPA 1979)*.

3.2.1.6. Microporosidade

Foi determinada pelo uso da mesa de tensão, com emprego de amostras com estrutura não deformada. A partir da regulagem e funcionamento da mesa de tensão, deve-se proceder a eficiência da mesma, observando-se a seguinte rotina:

a) Colocar um volume de água conhecido (100ml) por exemplo) sobre o mataborrão, e recolher a água drenada, que deve ser igual à quantidade adicionada;

b) Colocar sobre o mataborrão os cilindros contendo as amostras, depois de saturadas e pesadas. Colocar cepos de madeira ou plástico sobre as amostras para garantir melhor aderência da amostra no mataborrão, bem como para evitar evaporação;

c) Retirar os cilindros dos seus respectivos lugares

* Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA/SNLCS, 1979).

gares, depois de 6 a 12 horas pesar, repetindo a operação por mais tempo caso não se obtenha consistência de pesada;

d) Em seguida, retirar o anel, o pano e a borracha, colocar o cilindro em placa de petri, pesar e transferir para a estufa;

e) Após 24 e 48 horas, pesar e determinar o peso do bloco seco a 110°C.

O cálculo da microporosidade é dado pela seguinte expressão:

% microporosidade =

$$\frac{100 \times \text{peso da amostra 60cm de tensão} - \text{peso da amostra seca 105°C}}{\text{Volume do Cilindro}}$$

Este método baseou-se no ensaio 1.14 (EMBRAPA, 1979)*.

3.2.1.7. Macroporosidade

Foi obtida em função dos valores da porcentagem de saturação (método 1.24.2)* e da microporosidade (método.... 1.14)*; calculada pela expressão:

Macroporosidade = % de saturação - microporosidade.

A porosidade total foi obtida pela soma da micro e macroporosidade.

* Manual de Métodos de Análise de Solo - EMBRAPA/SNLCS, 1979.

3.2.1.8. Permeabilidade do Solo

Utilizou-se o permeâmetro do laboratório de Pedologia, do Departamento de Geografia da UFRJ, com ensaios de carga variável para determinação da condutibilidade hidráulica em solos saturados com amostras indeformadas.

A determinação da permeabilidade variável em solos saturados, segue a seguinte rotina, baseada em Stancati e outros (1981):

- a) Determinar o diâmetro interno do tubo de carga:
- b) Fazer duas marcas de referência ao lado do tubo de carga a ser utilizado e que determinará o início e o fim do ensaio;
- c) Permitir que água percorra pelo corpo de prova durante algum tempo, até atingir a massa inferior, repetir algumas vezes;
- d) O volume de água no início do ensaio deverá estar acima da marca superior;
- e) Iniciar o ensaio. Quando o volume de água (menisco) estiver no mesmo plano da marca superior, iniciar a contagem de tempo.
- f) Repetir os itens (e) e (f) pelo menos 5 vezes.

O coeficiente de permeabilidade será calculado pela fórmula:

$$K = 2.3 \frac{AcH}{AT} \times \frac{\text{Log } L_0}{L_1}$$

onde,

Ac = área interna do tubo de carga em cm

H = Altura do corpo de prova em cm

LO e LI = Altura de carga nos instantes inicial e final respectivamente, em cm.

3.2.1.9. Índice de Instabilidade Estrutural

Este método utiliza-se do chamado Índice de Henin (IS), e foi aplicado no presente trabalho, para os quatro (4) perfis de solo representativos da área de estudo.

Os resultados obtidos foram determinados a partir da resistência dos agregados submetidos à ação da água.

O Índice de instabilidade foi calculado segundo a expressão:

$$IS = \frac{(A + S) \%}{\frac{Ag(ar) + Ag(álcool) + Ag(benzina)}{3}} - 0,9 . AG$$

onde,

A e S = argila e silte em percentagem

Ag = agregados estáveis com o tratamento indicado

A.G = fração areia grossa da granulometria

A fração areia grossa para este ensaio compreendeu as malhas entre 0,220 e 2.00 mm, aproximando-se ao máximo do valor de malha de 0,200 estabelecido por Henin (1976, pg 34) como o valor mínimo para a fração areia grossa.

O método acima baseou-se nos trabalhos de Henin et alii (1976), Henin e Monnier (1958).

3.2.2. Análises Químicas

3.2.2.1. Ph em água e KCL

Aferidos potencialmente na suspensão solo-líquido de 1: 2,5 em tempo de contato superior a 1 hora e agitação da suspensão antes da leitura de acordo com o método 2.1.1. e 2.1.2 (EMBRAPA, 1979)*.

3.2.2.2. Ataque Sulfúrico

Foi aplicado à TFSA (Terra fina seca ao ar) a solução de H_2SO_4 1:1 (volume), por fervura e sob refluxo; posteriormente a solução foi esfriada, procedendo-se a diluição e filtração $Fe\ 203$, $Al\ 203$, $Ti\ 02$ e $Mn\ 0$.

Tais determinações basearam-se respectivamente nos métodos 2.22, 2.24, 2.25 e 2.27 (EMBRAPA, 1979)*

Relações Moleculares entre os óxidos de ataque sulfúrico.

- Relação molecular SiO_2/Al_2O_3 (Ki) foi determinada pela expressão : $\% SiO_2 \times 1,70 / \% Al_2O_3$.

- Relação molecular SiO_2 / R_2O_3 (Kr) foi determinada pela expressão: $\% SiO_2 \times 1,70 / [\% Al_2O_3 - (Fe_2O_3 \times 0,64)]$

- Relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 , foi determinada pela expressão: $\% Al_2O_3 \times 1,57 / \% Fe_2O_3$.

* Manual de Métodos de Análise de Solo - EMBRAPA/SNLCS, 1979.

3.2.2.3. Ferro Livre

Método de extração pelo DCB e determinação calorimétrica pelo tiocinato de Potássio. O percentual de ferro livre é dado pela seguinte expressão: % de Fe = $\frac{\text{mg/lFe da curva}}{\text{peso(g) da amostra} \times (\text{ml do extrato/ml da alíquota})} \times 0,05$ % de Fe_2O_3 = % de Fe $\times 1,43$.

Para a determinação do Ferro Livre foi utilizado método 2.31 (EMBRAPA 1979)*.

3.2.3. Análises Mineralógicas

Análise mineralógica da fração silte e argila por difração dos Raios x.

As análises referentes à fração argila, foram efetuadas com uso de amostras tratadas para a eliminação da matéria orgânica (Jackson, 1974).

A preparação de lâmina deu-se por esfregaço, conforme Thesen & Harward (1962), e em caso de fendilhamento da amostra na hora do secamento da mesma sobre lâmina, usava-se o gotejamento com auxílio de pipeta, de acordo com Souza Santos (1975).

Dada a homogeneidade dos resultados preliminares referentes aos argilominerais identificados, foi escolhida uma amostra representativa onde deu-se o processamento da eliminação do ferro pelo método do ditionito-citrato, bicarbonato de sódio. (Mehra & Jackson, 1959).

* Manual de Métodos de Análises de Solo EMBRAPA/SNLCS, 1979.

A amostra desferrificada foi saturada com etileno glicol, visando a identificação dos minerais de 14 Å , com base na expansibilidade das camadas basais. Outra parte de amostra sem ferro foi saturada com potássio pelo KCL, com preparação de lâminas orientadas e aquecidas a 150, 350 e 550° C, de acordo com Antonello et alii (1984).

As amostras de silte foram utilizadas naturalmente sendo que a preparação das lâminas deu-se por gotejamento com uso de pipeta (Souza Santos, 1975).

Os difratogramas das amostras do silte e argila sem matéria orgânica foram obtidos num aparelho de Raios X, modelo Phillips CZ5, com tubo de cobre, voltagem de 40 Kv e corrente de 30 MA com fenda de entrada de 1° e saída de 2 mm, com velocidade de 1° por minuto, o referido aparelho pertence ao laboratório de Difração de Raios X do Departamento de Geologia da UFRJ.

Para as amostras desferrificadas e com tratamentos de saturação, visando a identificação dos argilominerais cujo ângulo inicial seria abaixo de 3° para valores de 2θ (dois teta), foi utilizado outro aparelho de Raios X; este aparelho pertencente ao Instituto de Física da UFRJ, modelo PHILLIPS, com tubo de cobalto e filtro de ferro, voltagem de 35 Kv e corrente de 20 MA, fenda de entrada de 2° e de saída de 1 mm, com ângulo inicial de 2° e final de 2° e final de 60° , numa velocidade de 1° por minuto.

3.3. Trabalhos de Escritório

Nesta fase metodológica do trabalho processou-se

a análise dos resultados assim bem como a revisão bibliográfica. A um nível mais específico, desenvolveu-se o mapa de declividade e a avaliação dos dados climáticos.

A base cartográfica utilizada na confecção do mapa de declividade e na restituição da drenagem foram baseadas nas folhas de nomenclatura simplificada nº 287 E e F e 286 F e D da SECPLAN da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, na escala de 1:10.000.

A delimitação da área dos mapas de declividade e da restituição da drenagem basearam-se nas bacias hidrográficas do alto curso do Rio dos Macacos e do Córrego Alegre, que cobrem toda a extensão das Estradas Dona Castorina e Vista Chinesa, onde desenvolveu-se o trabalho.

Os dados referentes à precipitação visando estabelecer a verificação da variação temporal das chuvas na área de estudo, foram obtidos junto à SERLA - Superintendência Especial de Rios e Lagoas do Rio de Janeiro, e junto ao centro de Meteorologia da Praça XV.

IV - ANÁLISES E RESULTADOS

4.1. Observações de Campo

4.1.1. Estradas e Manutenção do Sistema de Esgotamento Pluvial.

Os antigos caminhos que cortavam as áreas internas do atual P.N.T., como a estrada da Vista Chinesa, que tem esse nome devido a tentativa do cultivo de chá pelos Chineses, ainda no século passado no período de D. Pedro II, certamente influenciaram o traçado atual das estradas avaliadas neste trabalho.

No percurso estudado, podemos observar a não existência meio-fio ao longo das estradas, a existência desses estava condicionada principalmente aos pontos turísticos como o Mirante da Vista Chinesa, Mesa do Imperador, Praça do Esquiolo etc...

A presença de coletores de águas pluviais, do tipo bueiro ou caixa com dissipador de energia para a vazão pluvial de escoamento, quanto existiam, na sua maioria apresentavam-se entupidos. Esta situação ocasionava, como chegamos a observar em dias chuvosos, um maior escoamento concentrado das águas pluviais sobre a superfície asfáltica das estradas.

Fatores como vazão, declividade, em associação à natureza do terreno, contribuem para o aceleração dos processos erosivos, de acordo com Pontes (1980). No caso analisado, conforme informações de alguns moradores residentes próximo à área de estudo, as estradas das Vistas Chinesa e Dona Castorina concentraram as águas que desciam da parte de montante das vertentes, em associação a precipitação que atingia diretamente as

estradas, transformando-as em "verdadeiros rios" que transportavam galhos de árvores, pequenos arbustos fragmentos de Rochas de diferentes tamanhos, etc. Ressaltando-se ainda que as chuvas atingiram mais de 900 mm na área de estudo somente no mês de Fevereiro de 1988.

A partir dos cortes realizados para a colocação de gabiões ao longo das estradas, pudemos observar que abaixo da camada asfáltica existia em vários pontos, uma camada de aterro de cor avermelhada e parecida com o horizonte C ou residual jovem, que comumente se mostrava em alguns cortes dos taludes nas margens das estradas.

X Nas áreas de contato entre a camada asfáltica e o terreno lateral, geralmente formado pela continuidade da vertente florestada que fora cortada para o traçado da estrada, percebeu-se inúmeros pontos onde devido a inexistência dos meio-fios formavam-se pequenas ravinas, com 15 cm em média de profundidade e largura variada, que a partir do deslocamento do litter do piso florestal da vertente, iniciava um entalhamento que atingia principalmente o horizonte A (camada 1 e 2) do solo, cuja textura em geral, era mais arenosa do que as das camadas subjacentes.

4.1.2. Relações Estradas/Acidentes

Todos os acidentes enumerados pelo Serviço de Geotécnica da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, incluindo aí os analisados nesse trabalho associavam-se diretamente ao corte das estradas Vistas Chinesa e Dona Castorina, que interligam o Horto ao P.N.T.

Os acidentes iniciavam-se a partir das estradas, no sentido para jusante da vertente, ou iniciavam-se à montante da vertente terminando na estrada, e, em alguns casos, transpondo-a dando continuidade à mobilização do material e formação de novo, ou contínuo escorregamento, como se pode observar nos acidentes do km 3,6 e 3,8 da Estrada Dona Castorina.

Dos quarenta acidentes ocorridos na área, trinta e nove ocorreram em solo superficial (colúvio), havendo deslocamento principalmente dos horizontes A/B, em geral com profundidade média de 1 metro. Nas áreas onde ocorreram grandes acidentes, podia-se ter pontualmente profundidades de até 2,00 m.

Apesar da estabilidade existente em período anteriores de chuvas intensas, como as de 1966 e 1967, o material mobilizado não resistiu aos 952 mm de precipitação total referente ao mês de Fevereiro de 1988; as camadas iniciais desses regolitos oriundos basicamente de gnaiss facoidal e biotita, apresentavam-se texturalmente mais grosseiros e com pouca seletividade a um nível tátil, mobilizando-se em 40 pontos diferenciados ao longo das estradas.

Essas características podem ser utilizadas na interpretação de formação dos depósitos de encostas ou colúvios, como observamos nos trabalhos de Meis (1977 e 1978), Coelho Netto (1979). De acordo com tais trabalhos, os materiais oriundos da atuação permanente do escoamento superficial poderiam ter uma melhor seleção do que os oriundos de movimentos de massa.

A variabilidade por vezes encontrada nas amostras

analisadas granulometricamente, como discutiremos mais adiante, demonstra que os materiais existentes nas encostas são predominantemente arenosos, o que pode sugerir um retrabalhamento de atuação de escoamento superficial e subsuperficial, ou ainda, considerando o porte florestal encontrado na área, a existência de depósitos tecnogênicos formados possivelmente no período da exploração do café nas encostas da vertente sul do Maciço da Tijuca.

Os depósitos tecnogênicos são formados como resultados da atividade humana (Chemekov, 1982). O termo tecnogênico além de definir eventos provocados pelo homem, traz implícita, a idéia que tais eventos são qualitativamente e quantitativamente diferentes ao longo da evolução do homem, não havendo hoje processos exclusivamente naturais na Biosfera: "há um processo acelerado de humanização da natureza" (NOVIC, 1982). A própria influência do corte das estradas na associação direta aos eventos ocorridos poderá ser encarada como exemplo dessa humanização.

Quanto à relação entre os escorregamentos, e os cortes de talude onde passam as estradas, observou-se que as áreas de rupturas existentes eram comuns em todos os acidentes, podendo ser representados como no croquis esquemático da Fig. 13.

Todas as sequências dos escorregamentos ocorreram em encostas florestadas, cortadas pelas estradas. Em 1968, o Instituto de Geotécnica do antigo Estado da Guanabara publicou um relatório denominado "Obras nas Encostas", onde observa que dos 23 acidentes do tipo escorregamentos analisados, 16 se associavam a cortes de estradas com diferentes declividades. Ou

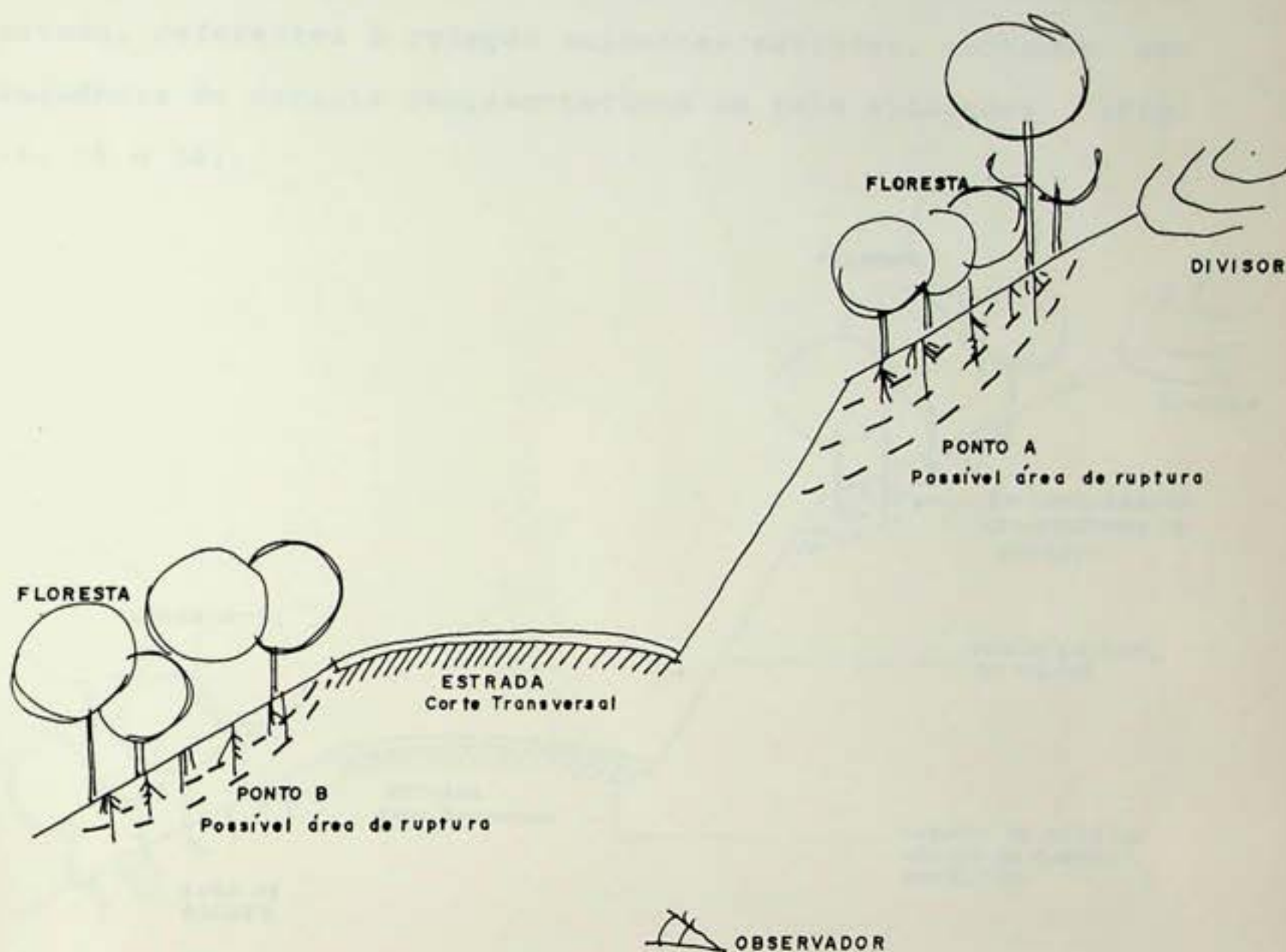


Fig. 13. Perfil Esquemático de possíveis rupturas (escorregamentos) ao longo das estradas.

tros exemplos da associação entre escorregamentos e cortes de taludes com estradas, podem ser observados em Mouzinho e Silva (1968), Pedrosa (1988), entre outros.

A partir das observações realizadas na área de estudo, referentes à relação acidentes/estradas, montamos uma sequência de croquis representativos de tais situações (Fig. 14, 15 e 16).

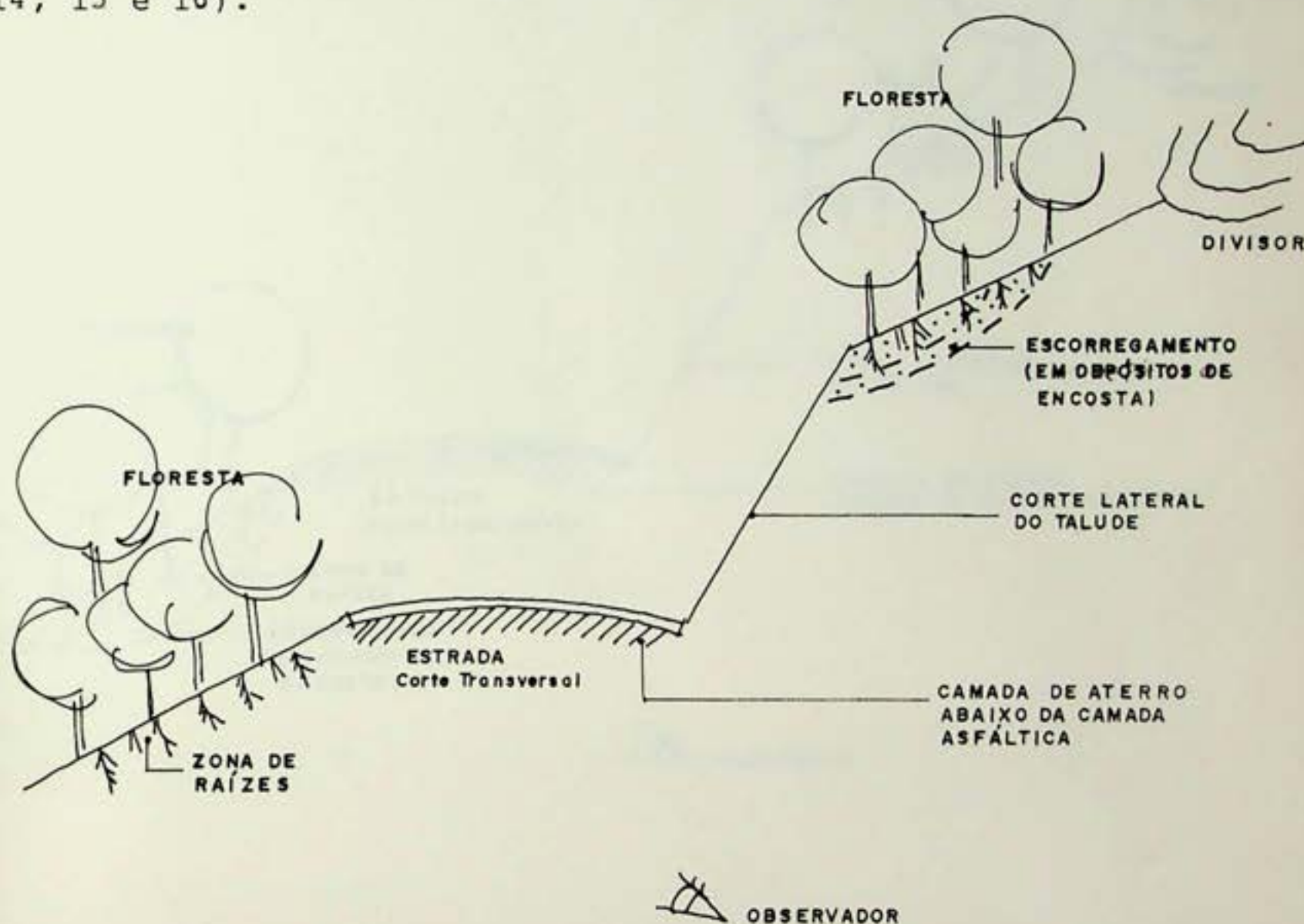


Fig. 14. Perfil Esquemático - mostrando a situação dos escorregamentos ocorridos acima das estradas.

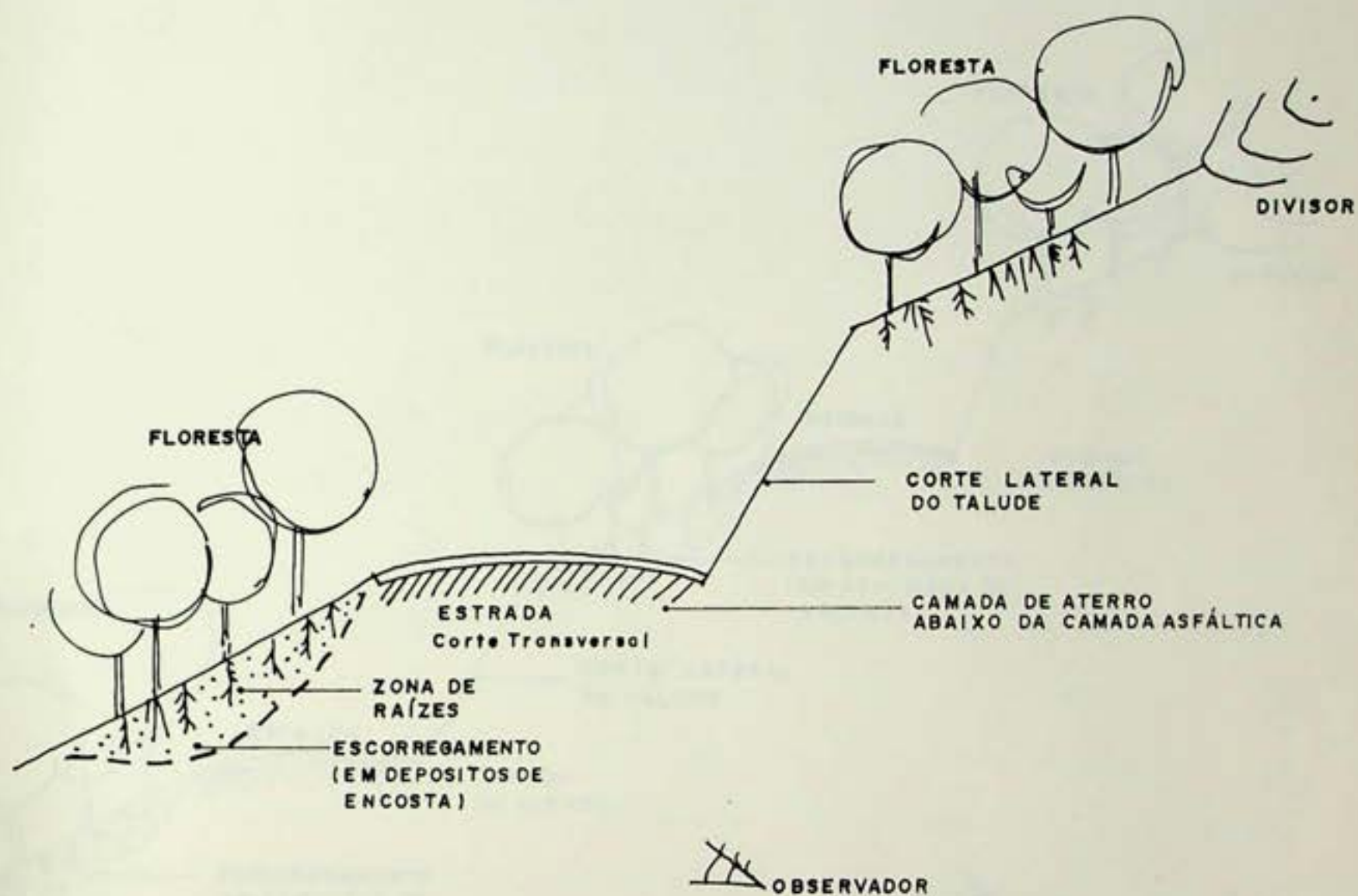


Fig. 15. Esquemático mostrando a situação dos escorregamentos ocorridos abaixo das estradas.

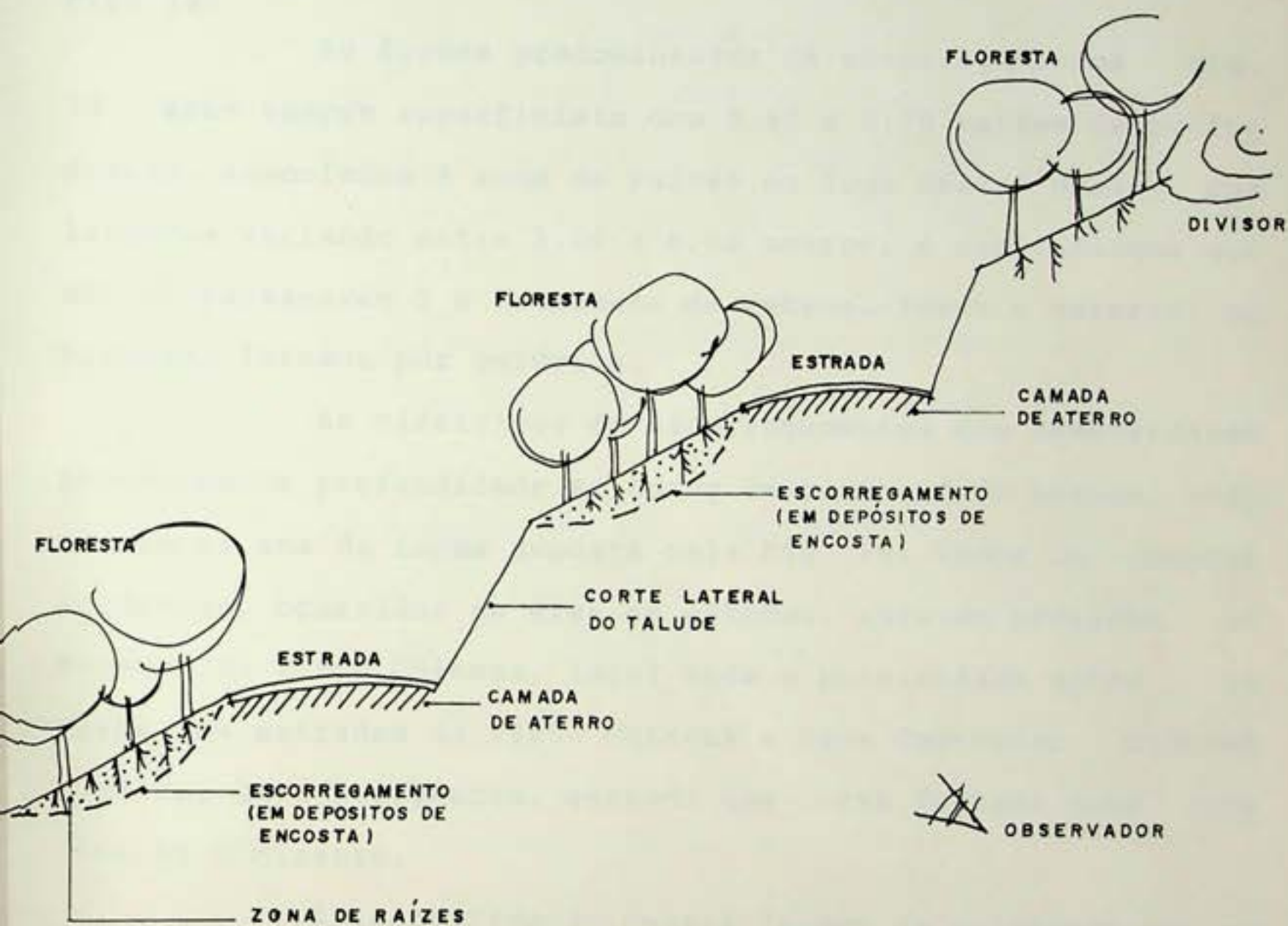


Fig. 16. Perfil Esquemático mostrando escorregamentos du plos, ocorridos acima e abaixo das estradas.

A ocorrência dos acidentes representados pela Fig. 15, foram predominantentes na área de estudo. Dos quarenta acidentes registrados, 65% associavam-se a ruptura a partir do contacto entre o asfalto e a continuidade da vertente no seu sentido para jusante. Aproximadamente 33% dos acidentes eram do tipo representado pela Fig. 14 e os demais, do tipo da Fig. 16.

As formas predominantes de escorregamentos Fig. 15 eram sempre superficiais com 0,60 a 0,70 metros de profundidade, associados à zona de raízes ou logo abaixo dessa, com larguras variando entre 2,00 a 8,00 metros, e comprimentos que não ultrapassavam 2 a 3 dezenas de metros, sendo o material mobilizado formado por colúvios.

As cicatrizes de escorregamentos que demonstravam pontualmente profundidade em torno de 1,80 a 2,00 metros, associavam-se aos da forma exposta pela Fig. 16. Todos os grandes acidentes, ocorridos na área de estudos, estavam próximos ao Mirante da Vista Chinesa, local onde a proximidade entre os corte das estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina atingem o máximo de convergência, gerando uma curva fechada onde localiza-se o Mirante.

A identificação dessas formas de acidentes em relação às estradas e sua distribuição espacial sobre as mesmas, ressalta as observações de Ab'Saber (1966), quanto às dificuldades das ações humanas sobre as áreas florestadas do Brasil Tropical Atlântico, em especial o Sudeste, onde os problemas envolvendo abertura e manutenção de estradas em áreas de relevo acidentado, cujo histórico de vários escorregamentos com alto custo social e econômico, não sensibilizaram um lado técnico operacional da Engenharia, e muito menos a ação política disciplinadora de tais projetos.

4.1.3. Formas de Recuperação da Área

A partir de informações obtidas principalmente junto aos técnicos que trabalhavam no canteiro de obras da firma ERGO-Engenharia, responsável técnica pela recuperação das estradas em questão, junto à Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, verificamos que as etapas de recuperação dos acidentes seriam divididas em 3 fases a saber:

a) Reformulação das superfícies dos taludes de cortes, em associação ao revestimento com o uso de leguminosas.

b) Dispositivos de drenagem, captação de águas pluviais e reflorestamento de áreas mobilizadas com o uso de espécies naturais.

c) Restauração da plataforma das estradas nos pontos onde houvesse necessidade, a partir da implantação de depósitos de contenção do tipo gabiões.

As formas de recuperação, a nível individual ou associada, que foram utilizadas nas áreas destruídas ao longo das estradas, são demonstradas na Tabela 1, assim bem como a localização e o tipo de solução determinada a cada acidente enumerado pelo Serviço de Geotécnica da Prefeitura do Rio de Janeiro.

TABELA 1: Recuperação das Áreas Escorregadas

Nº Do Acidente	Localização *	Tipo de Solução
01	0,60 - LD	Limpeza do Talude e Plantio de Leguminosas.

02	0,65 - LD	Construir Gabião.
03	0,80 - LD	Limpeza de talude com material de 3ª plantio de leguminosas.
04	0,90 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
05	0,92 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
06	0,93 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
07	1,00 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
08	1,10 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
09	1,20 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
10	1,60 - LE	Constuir Gabião.
11	1,70 - LD	Limpeza de talude e plantio de leguminosas.
12	2,15 - LD	Limpeza manual de talude com material de 3ª, plantio de legu

		minosas.
13	2,20 - LD	Limpeza manual de <u>ta</u> lude com material de 3ª, plantio de legu minosas.
14	2,30 - LD	Limpeza manual de <u>ta</u> lude com material de 3ª, plantio de legu minosas.
15	2,70 - LD	Limpeza manual de talude com material de 3ª, plantio de leguminosas.
	2,70 - LE	Construir Gabião.
16	2,80 - LD	Remoção de blocos de rocha - executa <u>chum</u> badores.
17	3,05 - LD	Limpeza de talude e plantio de legumino sas.
18	3,20 - LD	Construir Gabião.
19	3,05 - LD	Construir Gabião.
20	3,70 - LE	Construir Gabião.
21	3,80 - LD	Construir Gabião.
	3,80 - LE	Construir Gabião.
22	3,90 - LE	Construir Gabião.
23	3,95 - LE	Construir Gabião.
24	4,15 - LD	Construir Gabião.
25	4,60 - LD	Construir Gabião.

26	4,80 - LD	Construir Gabião.
27	4,85 - LD	Construir Gabião.
28	4,95 - LE	Limpeza de talude e plantio de Legumi <u>n</u> osas.
29	5,00 - LD	Construir Gabião.
30	5,10 - LE	Limpeza de talude e plantio de legumino <u>s</u> as.
31	6,20 - LD	Limpeza de talude e plantio de legumino <u>s</u> as.
32	6,70 - LE	Construir Gabião.
33	7,10 - LD	Limpeza de talude e plantio de legumino <u>s</u> as.
34	7,20 - LE	Implantar mureta <u>s</u> obre muro existente.
35	7,55 - LD	Construir Gabião - para proteger casa e montante.
36	8,70 - LE	Construir Gabião - Limpeza de talude e montante.
37	8,35 - LE	Construir Gabião.
38	8,40 - LE	Construir Gabião.
39	8,55 - LE	Construir Gabião.
40	8,60 - LE	Construir Gabião.

* 1. O início da quilometragem foi na interseção da Rua Pacheu

co Leão com Estrada Dona Castorina (km 0).

2. Foi utilizado o odômetro da moto, com marcação de 100 em 100 m, para fixar a quilometragem.
3. Considerando uma quilometragem única até a estrada das Furnas (Km 9,5).
4. LD - Lado Direito LE - Lado esquerdo.

4.2. Análise Morfométrica dos Escorregamentos

As análises morfométricas efetuadas nos escorregamentos assinalados anteriormente na Fig. 11, caracterizam in formações referentes ao volume de material possivelmente mo bilizado desses acidentes, a partir dos dados relativos a sua largura e seu comprimento médio, em associação a sua profun didade e declividade.

Foram realizadas também verificações quanto à lo calização dos acidentes e a sinuosidade das estradas e por fim, a partir dos resultados de largura e comprimento, pode-se esta belecer a relação entre essas variáveis e a forma geométrica mais próxima do acidente considerado.

Observando-se a tabela 2, vemos que a declivida de média dos escorregamentos era de 33° , havendo acidentes que ocorreram em declividade entre 20° (mínima) 38° (máxima).

A influência da declividade em situações de escor regamentos e aceleração dos processos erosivos são amplamen te discutidos nos trabalhos de Bigarella e Mazuchowski (1985).

Declividades em torno de 30° em média, são mencio nadas no trabalho de Vargas (1966) em Cubatão, São Paulo, onde ocorreram vários deslizamentos, sendo evidenciado um grande es corregamento onde se mobilizou aproximadamente 500.000 m^3 de ma terial, vertente abaixo.

Os casos analisados de escorregamentos na área de estudo, apresentam uma profundidade média próxima de 1 metro, abrangendo as primeiras camadas do solo, correspondentes aos horizontes A e B associando-se predominantemente à zona de raízes e pouco abaixo da mesma, com mobilização de material coluvial.

O volume máximo de material mobilizado calculado por acidente foi de 4.840 m^3 , havendo registro de valores de 59, 93 e 119 m^3 , o que evidencia contrastes entre o tamanho dos acidentes.

Considerando-se o valor médio de 1.376 m^3 de material mobilizado para os acidentes registrados na tabela 2, teremos uma falsa idéia da real dimensão dos mesmos, pois a exclusão dos acidentes de números 8, 9 e 13 da tabela mencionada, reduziria tal valor médio para 393 m^3 , evidenciando mais uma vez o predomínio de pequenos acidentes bastante superficiais ao longo das estradas mencionadas.

A condição de mascaramento interno das cicatrizes, devido aos processos erosivos atuantes entre o período que se deram os escorregamentos (Fevereiro de 1988) e o período que iniciamos os trabalhos de campo (Julho do mesmo ano), fez com que utilizássemos o sinal (+) para indicar que as superfícies originais consideradas de alguns acidentes poderiam ser maiores do que as determinadas em campo.

No que se refere à relação entre largura e comprimento dos acidentes, definida como (L/C) na tabela 2, observamos que os acidentes obtiveram valores entre 0 e 1 e maior que 1, relacionando-se as seguintes características quanto às suas formas geométricas:

a) A relação L/C com valores tendendo para 0, indicam que as cicatrizes dos escorregamentos eram alongadas e estreitas;

b) Quando os valores de L/C se aproximavam de 1, havia certa proporcionalidade entre o comprimento e a largura;

c) Valores acima de 1 indicam que a largura era

TABELA 2. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DOS ACIDENTES ANALISADOS

Acidente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	$\bar{X}$
Declividade	35°	26°	20°	35°	28°	30°	33°	32°	35°	32°	32°	32°	38°	31°	31°	32°	35°	30°	33°	33°
Comprimento Médio	14,5	11	15	25	12	20,5	11	110*	200*	20	65	25	108	58	30	12	53	25	70	47
Largura Média	8	9	7	9	7	30	10	40	48	8,5	25	15	20	12	16	5,5	6	12	13,5	16
Profundidade Média	0,8	1,2	0,85	0,90	0,5	0,8	0,7	1,1	1,3	0,9	1,2	0,8	1,2	1,0	0,8	0,9	1,2	0,9	0,9	0,9
Volume em m ³	93	119	89	202	42	492	77	4.840	12.480	153	1.950	300	2.592	696	384	59	382	360	850	1.376*
Sinuosidade das estradas	C	C	R/C	C	C	C/R	R	C	C/R	R	C	C	C	C	R	C	R/C	C	R	-
Relação L/C	0,55	0,81	0,47	0,36	0,58	15	0,90	0,36	0,24	0,42	0,38	0,6	0,18	0,21	0,53	0,46	0,11	0,48	0,19	-

* Sem os valores de volume dos acidentes 8, 9 e 13, a média geral do volume passa a ser 393 m³.

C - curva; R/C - reta seguida de curva; C/R - curva seguida de reta; R - reta.

maior que o comprimento dos acidentes, lembrando uma certa circularidade das cicatrizes.

De acordo com a tabela 2, 95% dos acidentes avaliados possuíam valores abaixo de 1, sendo que 63% desses acidentes tinham na relação L/C valores inferiores a 0,5 indicando o predomínio de formas alongadas, estreitas e com pouca profundidade.

De acordo com Crozier (1973), as formas definidas na avaliação morfométrica indicam possíveis processos de atuação do desenvolvimento dos acidentes. Certas classes de movimentos de massa se associam a grupos definidos desses movimentos, o que em averiguação comparativa das formas observadas no campo, e ainda, relacionados à definição dos possíveis grupos de acidentes, nos dão uma idéia quanto aos processos que as formaram, como é evidenciado na Fig. 17.

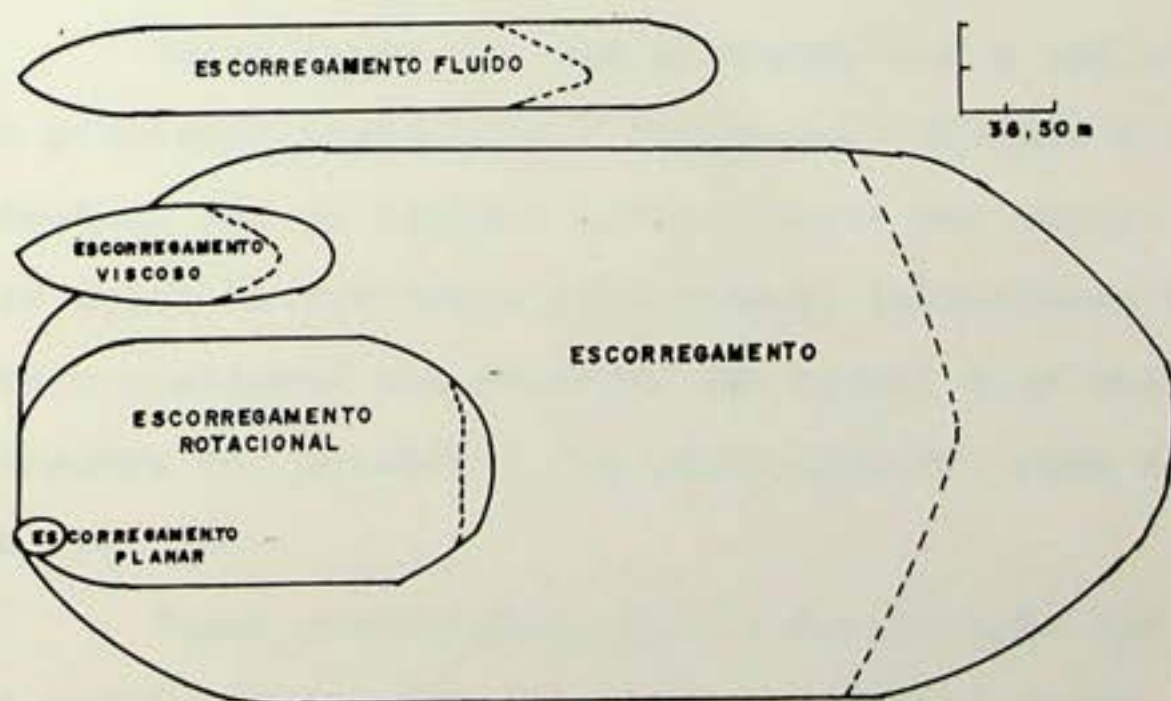


Fig. 17. Formas e classificação de Escorregamentos (adaptado de Crozier, 1973).

Os acidentes analisados, principalmente os de maior significado à área atingida, os de nº 8, 9, 13, 14 e 19 da Tabela 2, são acidentes cuja a forma de suas cicatrizes relacionam-se principalmente com os escoamentos fluídos e viscosos da Fig. 17, salientada anteriormente.

As formas alongadas e estreitas dos acidentes maiores assim como a maioria dos outros acidentes que possuem tais características, em associação a informações de campo revelaram-nos que estes acidentes estavam associados a uma condição fluida pastosa do material terroso mobilizado.

Apesar do modelo de Crozier (1973), Fig. 17, demonstrar possuir em geral um maior comprimento das cicatrizes, do que as observadas em campo, as informações obtidas no local através de questionamentos a moradores residentes próximos às áreas mobilizadas, confirmam a condição de uma possível liquefação das áreas escorregadas.

Outro fator que vem colaborar com a idéia de que houveram processos associados a escoamentos fluídos e viscosos nos acidentes, são os estudos desenvolvidos por Sidle et al (1985) em áreas de vertentes florestadas, salientando a relação entre o gradiente das encostas (em graus) e as possíveis classificações dos processos que podem ocorrer, como é evidenciado na Fig. 18.

Essas observações entre a declividade das encostas e os possíveis processos de escorregamentos foram definidas a partir de trabalhos no norte da Califórnia e Nova Zelândia, por Sidle et al (op cit.), com condições de clima e vegetação diferentes das encontradas na Região Sudeste do Brasil, onde desenvolvemos o presente trabalho.



Fig. 18. Relação Declividade e Processos afins (Sidle et al, 1985, p. 37).

Apesar de tais diferenças, deve-se observar que em ambas as situações, o gradiente da encosta variando entre 5° e 40° como mostra a Fig. 18, é o que determina basicamente a classificação dos processos observados, seja este uma avalanche de detritos, um fluxo de terra, um escorregamento de solo ou o creep.

Considerando-se a média da declividade da área de estudo, temos que de acordo com a classificação acima mencionada, os acidentes ocorridos seriam definidos predominantemente

mente como avalanche de detritos ou escorregamentos.

A situação geográfica desses acidentes levou-nos a questionar no entanto outras variáveis que não apenas o gradiente, e que poderiam colaborar no desencadeamento dos mesmos. Neste sentido, a tabela 2 evidencia que 70% dos acidentes registrados encontravam-se próximos às curvas das estradas, que por sua vez não possuíam acostamento (meio-fio), apresentavam poucos bueiros para o escoamento d'água, e ainda na sua maioria com problemas de entupimento, fatos estes que contribuíram na distribuição espacial dos acidentes ao longo das estradas.

Tivemos oportunidade de observar in loco, precipitações que causavam escoamento superficial sobre a camada asfáltica concentrando um volume d'água que tendia para as vertentes nos pontos de curva.

Observou-se nesses pontos o deslocamento do litter e da camada arenosa do piso florestal bem próximo ao contato asfalto/solo. A partir daí a ação da água superficial formava uma rede de pequenos canais, que por vezes provocavam ravinamentos na primeira camada do piso florestal (horizonte A).

As chuvas prolongadas e a saturação do solo associaram-se ao derrame das águas nos pontos de curva das estradas de forma a contribuírem com os fenômenos dos escorregamentos na área.

4.3. Análises Físicas

4.3.1. Caracterização Geral das Unidades Pedológicas

As amostras coletadas para as diferentes análises são a seguir caracterizadas quanto à descrição morfológica em associação aos índices analíticos e representação gráfica, determinados na metodologia para concretização de parte do trabalho apresentado.

De acordo com o levantamento de solo existente para a área de estudo, a maioria absoluta das amostras coletadas encontravam-se definidas como LVD_2 que designa Associação Latossolo Vermelho Amarelo mais Latossolo Câmbio ambos textura Argilosa mais Cambissolo Latossólico mais Solos Litólicos ambos textura cascalhenta com horizonte A moderado fase floresta sub-perenifólia relevo montanhoso mais Afloramento de Rocha. As exceções considerando-se toda a área de estudo, são as referentes ao Perfil nº 4 e a amostra nº 7, que se encontram em áreas designadas como de PV_4 , ou seja, Associação Podzólico-Vermelho Álico mais Podzólico Vermelho equivalente Eutrófico, raso, ambos com A moderado textura média argilosa mais solos litólicos indiscriminados todas fase floresta sub-caducifólia relevo forte ondulado mais Afloramento de Rocha.

As camadas superficiais onde ocorreram os escorregamentos, definidos taxonomicamente como LVD_2 e PV_4 , eram formadas predominantemente por depósitos de encosta.

4.3.1.1. Morfologia e Caracterização Analítica das Amostras.

Perfil nº 1/Situação Local

a) Unidade de mapeamento - LVd₂.

b) Localização - Município do Rio de Janeiro, Área do Parque Nacional da Tijuca, Estrada da Vista Chinesa, Km 4,6 no sentido Horto-Floresta da Tijuca (1).

c) Situação do perfil-este se encontra intra-escregamento, terço-médio superior da encosta, com declividade de aproximadamente 30° em área de floresta.

d) Altitude - 450 metros

e) Litologia - Rochas Gnaissicas Pré Cambriano.

f) Material originário - Material Colúvial.

g) Relevo - Forte ondulado.

h) Erosão - Observou-se ao lado da área escregada Erosão laminar moderada a forte.

i) Drenagem - Bem drenado.

j) Vegetação Primária - Floresta Tropical subperenifólia.

l) Uso atual - Reserva Florestal.

Perfil nº 1/Descrição Morfológica

Camada 1 (0 - 15 cm) vermelho-amarelo (5 YR 4/6, úmido), bruno-avermelhado (5 YR 4/3, seco); franco argiloso; pequena granular grãos simples não coerentes; macia, friável, ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; poros grandes e médios; raízes faciculadas; transição gradual e plena.

(1) Nas demais amostras só constarão o nome da estrada e o quilômetro, já que o Município e a área em si são os mesmos para todas as amostras.

Camada 2 (15 - 35 cm) vermelho-amarelo (5 YR, 5/8, úmido) e amarelo avermelhado (5 YR, 6/6 seco); franco argiloso; granular, pequena a média, média solta; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; poros médios abundantes; poucas raízes faciluladas; transição plana e clara.

Camada 3 (35 - 65 cm) vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmido) e vermelho-amarelado (5 YR, 5/6, seco); franco argiloso; granular, pequena a média, solta; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; poros médios e pequenos abundantes; transição plana e clara.

Camada 4 (65 - 110 cm) vermelho-amarelado (5 YR, 4/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/6, seco); franco argiloso; granular; pequena a média, média, solta; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; poros pequenos abundantes; transição plana e clara.

Camada 5 (110 - 150 cm) vermelho-amarelado (2 YR, 4/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/8, seco); franco argiloso; granular, pequena a média, pequena, solta muito friável, pegajoso e plástico; poros pequenos; transição plana e clara.

Camada 6 (150 + cm) vermelho (2,5 YR, 4/8) e vermelho (2,5 YR, 5/8, seco), franco argilo arenoso; granular, média, pequena; macio, muito friável, pegajoso e plástico; poros pequenos.

Era significativa a presença de atividade biológica (formigas) nas camadas 3 e 4, havendo vários canais de passagens e uma pequena "panela", tipo ninho de criação das formigas.

TABELA 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PERFIL 1.

CAMADAS		GRANULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM NAOH							LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO
Camada 1	0-15	20	17	24	18	8	12	0,66	38,0	21,0	17,0	36,9	2,59	1,23	53	30	23
2	15-35	15	11	25	19	13	17	0,76	42,0	26,0	16,0	33,4	2,59	1,25	51	29	22
3	35-65	14	11	25	22	13	15	0,87	27,0	12,0	15,0	26,7	2,66	1,38	48	25	23
4	65-110	9	12	20	22	11	26	0,42	38,0	19,0	19,0	39,6	2,66	1,38	48	25	23
5	110-150	3	8	26	24	15	24	0,63	39,0	22,0	17,0	27,4	2,66	1,36	46	24	22
Camada 6	150+	1	8	25	30	12	20	0,5	35,0	19,0	16,0	27,8	2,66	1,34	46	24	22

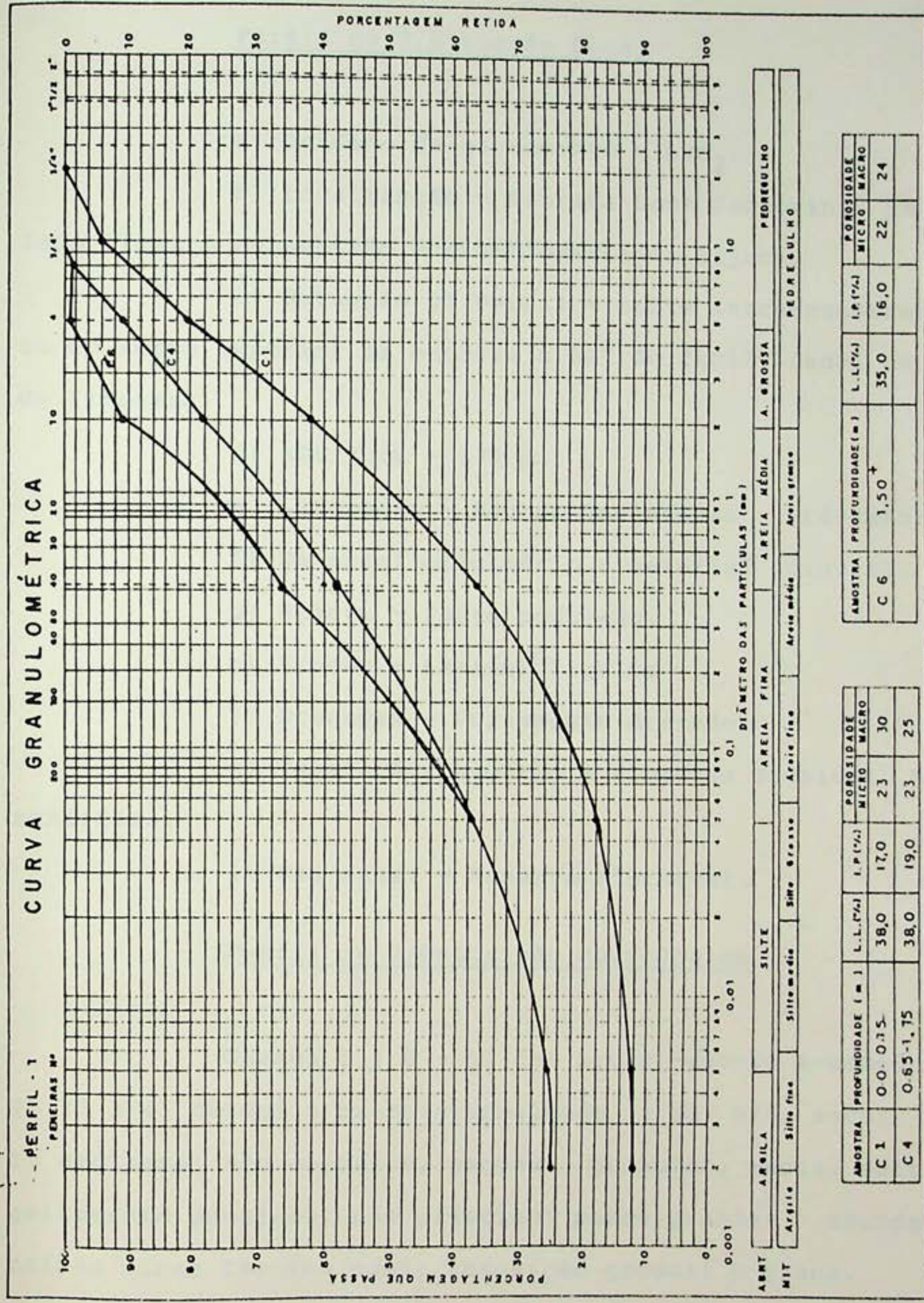


Fig. 19 - Curvas Granulométricas do perfil 1.

Perfil nº 2/Situação Local

- a) Unidade de mapeamento - Lvd₂.
- b) Localização - Estrada Dona Castorina, Km 3,8; lado direito no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação do Perfil - corte intra-escorregamento em terço superior da encosta a 32° de declividade, em área de floresta.
- d) Altitude - 375 m.
- e) Litologia - Rochas Gnaissicas - Pré-cambriano.
- f) Material Originário - material coluvial.
- g) Relevo - Forte ondulado.
- h) Erosão - Laminar ligeira
- i) Drenagem - Fortemente drenado.
- j) Vegetação primária - Floresta Tropical Sub-perenifólia.
- l) Uso atual - Reserva Florestal.

Perfil nº 2/Descrição Morfológica

Camada 1 (0 - 17 cm) bruno -escuro avermelhado (5 YR 3/4, úmido) e bruno-avermelhado (5 YR, 5/3, seco), franco argiloso; não coerente, pequena, granular, macia, solto, ligeiramente pegajoso, não plástico; poros grandes abundantes; raízes finas fasciculadas; transição gradual e plana.

Camada 2 (17 - 40 cm) bruno (7,5 YR 5/4, úmido) e bruno forte (7, 5 YR, 5/4, seco); franco argilo-arenoso; granular, pequena a média, fraca, ligeiramente duro; friável, ligeiramente pegajoso, não plástico; poros grandes e médios abundantes.

dantes; raízes finas; transição gradual e plana.

Camada 3 (40 - 70 cm) bruno forte (5 Y/R, 6/8, úmido) e vermelho-amarelado (7,5 YR, 6/8, seco); argilo- arenoso; blocos sub-angulares, pouco coeso, ligeiramente duro; muito friável ligeiramente pegajoso, plástico; poros grandes e médios, transição gradual e plana.

Camada 4 (70 -115 cm) bruno forte (7,5 YR, 5/6, úmido) e vermelho-amarelado (7,5 YR, 5/8, seco); argilo- arenoso; blocos sub-angulares; pouco coeso, média, fraca, ligeiramente duro; solto; ligeiramente pegajoso, plástico; poros medios, pequenos abundantes; transição difusa e plana.

Camada 5 (115-155 cm) bruno forte (7,5 YR, 5/6, úmido) e bruno (7,5 YR, 5/4, seco); argiloso; sub- angulares; pequenos a médios, fraca, ligeiramente duro; solto, ligeiramente pegajoso, plástico; poros pequenos, transição difusa e ondulada.

Camada 6 (155⁺ cm) bruno forte (7,5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8 seco); argiloso, blocos sub-angulares, médios, ligeiramente duros; friável, ligeiramente pegajoso, plástico, poros pequenos.

TABELA 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PERFIL 2.

CAMADAS		GRANULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM NAOH							LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO
Camada 1	0-17	10	18	34	23	5	10	0,5	N.p	N.p	N.p	29,5	2,60	1,23	53	30	23
2	17-35	3	6	36	27	13	15	0,87	N.p	N.p	N.p	33,8	2,61	1,29	50	30	20
3	35-60	2	10	24	20	14	30	0,47	41,0	20,0	21,0	32,4	2,66	1,41	47	25	22
4	60-120	5	5	16	23	14	37	0,38	44,0	23,0	21,0	23,2	2,72	1,42	47	22	25
5	120-160	1	3	23	23	11	39	0,28	42,0	23,0	19,0	30,4	2,74	1,42	48	22	26
Camada 6	160*	3	6	23	24	12	32	0,33	43,0	23,0	20,0	26,7	2,75	1,44	46	20	26

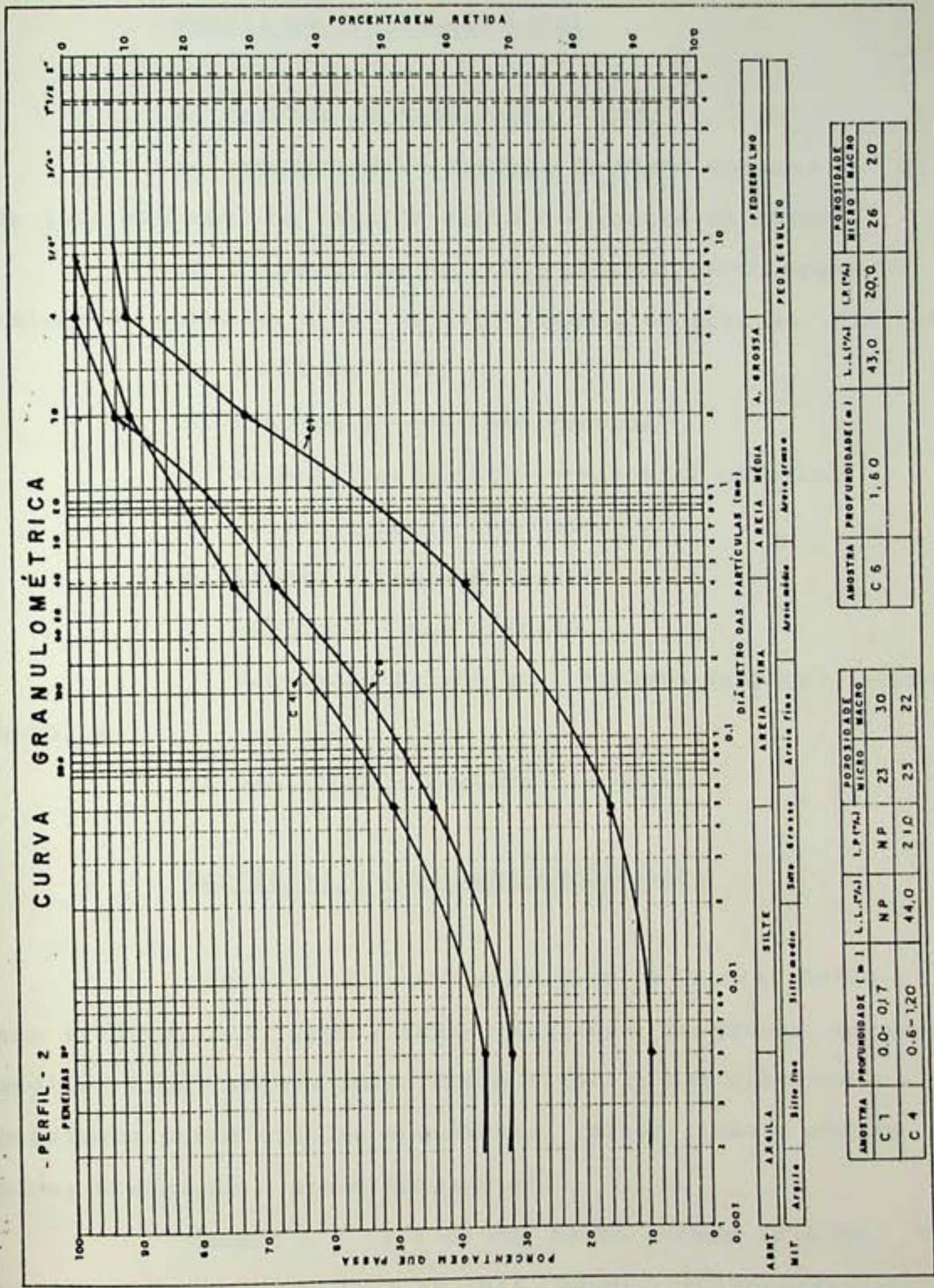


FIG. 20 - Curvas Granulométricas do Perfil 2.

Perfil nº 3/Situação Local

- a) Unidade de Mapeamento - LVd₂
- b) Localização - Estrada da Vista Chinesa km 6, 8 do lado esquerdo no sentido Horto - Floresta da Tijuca.
- c) Situação do Perfil - pequeno escorregamento no talude de estrada, a 24° de declividade, em área de floresta.
- d) Altitude - 370 m.
- e) Litologia - Gnaiss Facoidal
- f) Material originário - Material coluvial.
- g) Relevo - forte ondulado.
- h) Erosão - Laminar ligeira
- i) Drenagem - bem drenado.
- j) Vegetação Primária - Floresta Tropical subperenifolia.
- l) Uso atual - Reserva Florestal.

Perfil nº 3/Descrição Morfológica

Camada 1 (0 - 12 cm) bruno (7,5 YR 5/4, úmido), róseo (7,5 YR, 7/4, seco); franco argiloso; em grumos, grandes e médios, ligeiramente duro, muito friável; não plástico e não pegajoso; poros grandes abundantes; raízes finas e médias comuns; transição clara e horizontal.

Camada 2 (12 - 25 cm) bruno escuro (7,5 YR, 4/4, úmido) e bruno claro (7,5 YR, 6/4, seco); argilo-arenoso; grumoso, média e grande; ligeiramente dura, não coerente, plástica, ligeiramente pegajosa; poros grandes; raízes finas e médias comuns; transição clara e horizontal.

Camada 3 (25 - 75 cm) bruno escuro (7,5 YR, 5/8, úmido) e bruno claro (7,5 YR, 6/4, seco; argilo-arenoso, blocos angulares grandes; ligeiramente duro, plástico, ligeiramente pegajoso; poros grandes e médios abundantes; raízes finas, transição clara e horizontal.

Camada 4 (75 - 147 cm) vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/6, seco); argiloso, blocos sub-angulares grandes; ligeiramente dura, friável, plástico, ligeiramente pegajosa; poros médios; raízes finas; transição clara e horizontal.

Camada 5 (147 - 237 cm) amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8, úmido); amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8 seco); argilosa, blocos sub-angulares grandes; ligeiramente duro, friável, plástico, ligeiramente pegajoso; poucos pequenos e médios poucos; transição gradual e ondulada.

Camada 6 (237 - 280 cm) vermelho claro (10R, 6/8, úmido) e vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, seco); argiloso, blocos subangulares grande; ligeiramente duro, friável, plástico, ligeiramente pegajoso; poros pequenos; transição gradual e ondulada.

Camada 7 (280+ cm) vermelho (10 R, 4/6, úmido) e vermelho claro (10 R, 6/3, seco; argilo-siltoso, blocos sub-angulares grandes; ligeiramente duro, muito friável plástico, ligeiramente pegajoso.

Este perfil apresenta atividade biológica (formigas) nas camadas 3 e 4, sendo esta atuação mais expressiva na camada 4.

TABELA 5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PERFIL 3.

CAMADAS		GRAMULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM MAOH								LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO	
Camada 1	0-12	1	2	56	17	10	14	0,71	N.P	N.P	N.P	30,5	2,66	1,14	57	35	22	
2	12-25	1	2	49	14	14	20	0,7	44,0	20,0	24,0	29,0	2,60	1,14	56	34	23	
3	25-75	1	3	35	21	13	27	0,48	57,0	26,0	31,0	26,0	2,63	1,40	47	25	22	
4	75-147	1	1	34	20	12	32	0,38	60,0	26,0	34,0	20,0	2,63	1,39	47	25	22	
5	147-237	3	2	32	16	15	32	0,47	70,0	31,0	49,0	26,0	2,61	1,33	49	23	26	
6	237-280	4	3	32	18	15	28	0,53	63,0	27,0	36,0	23,0	2,62	1,26	52	23	29	
Camada 7	280 ⁺	1	1	7	31	42	18	2,33	49,0	24,0	25,0	28,0	2,70	1,75	53	23	30	

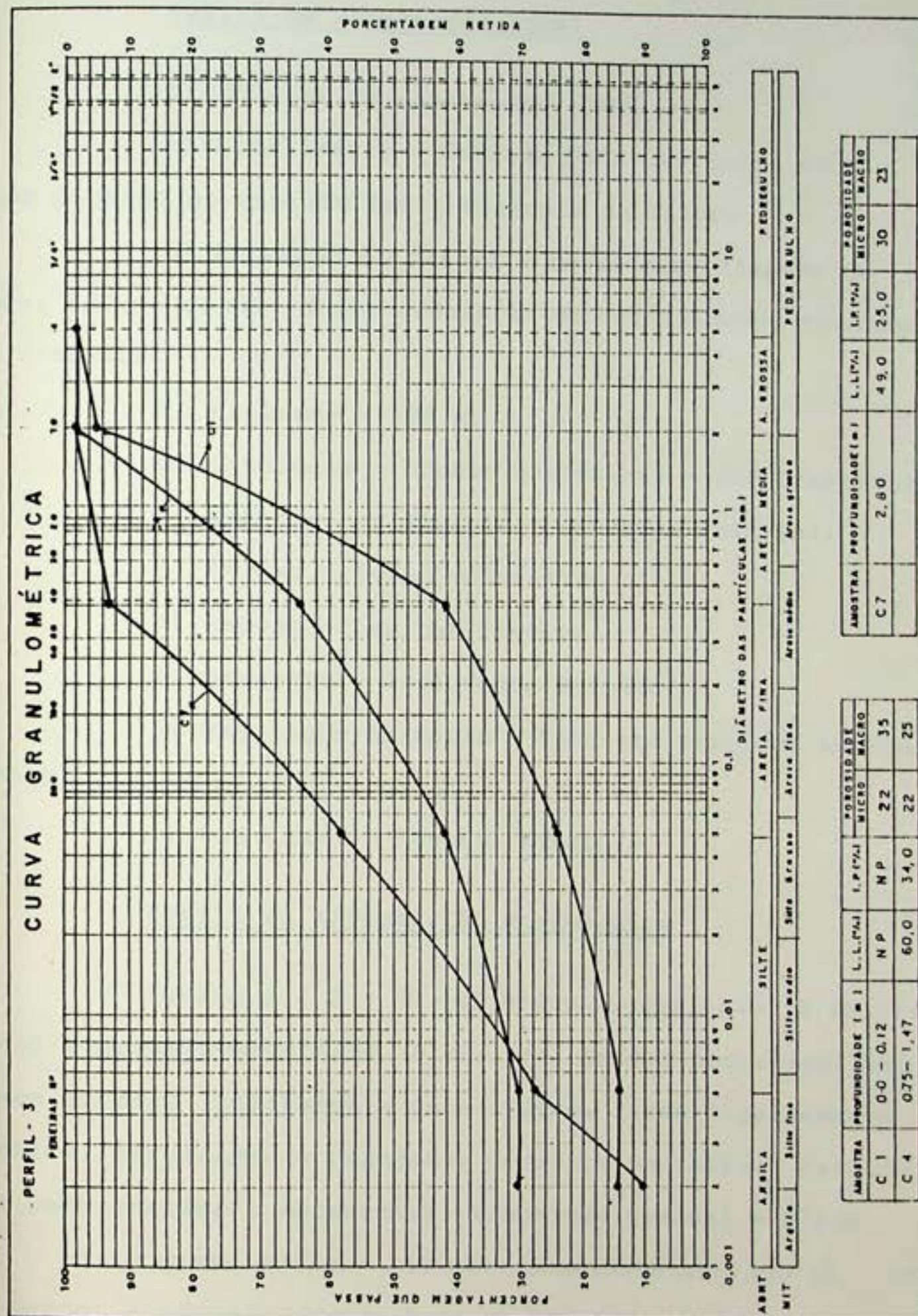


FIG. 21 - Curva Granulométrica ao Perfil 3.

Perfil nº 4/Situação Local

a) Unidade de mapeamento - PV₄

b) Localização - Estrada Dona Castorina Km 1, 2;

lado direito no sentido Horto-Floresta da Tijuca.

c) Situação do perfil - corte para limpeza de ta
lude, 32° de declividade, vegetação de declividade, vegetação
de floresta.

d) Altitude - 370 m.

e) Litologia - Rochas gnaissicas - Pré Cambriano.

f) Material originário - material coluvial.

g) Relevo - forte ondulado.

h) Erosão - Laminar ligeira.

i) Drenagem - fortemente drenado.

j) Vegetação primária - Floresta Tropical sub-pere
nifolia.

l) Uso atual - Reserva Floresta.

Perfil nº 4/Descrição Morfológica

Camada 1 (0 - 30 cm) bruno-avermelhado (5 YR, 5/4, úmido) e bruno-avermelhado (5 YR, 5/4, seco); areno-argiloso; grumos soltos, ligeiramente duro a duro, firme ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; presença de raízes fasciculadas; poro grandes e abundantes; transição gradual e plana.

Camada 2 (30 - 140 cm) vermelho-amarelado (5 YR, 5/8 úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/8 seco); areno argiloso, granular média a grande, coerente, ligeiramente duro, friável, plástico, ligeiramente pegajoso; poros pequenos e médios abundantes; presença de bioporos grandes em alguns tor

rões examinados; transição gradual e ondulada.

Camada 3 (140 - 376 cm) vermelho (2,5 YR, 5/8, úmido) e vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, seco); argiloso, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico, pegajoso; poros pequenos a médios abundantes; transição gradual e ondulada.

Observa-se nessa camada, acentuada atividade biológica (formigas).

Camada 4 (376⁺ cm) vermelho (2,5 YR 4/8, úmido) e vermelho claro (2,5 YR, 6/8, seco); franco-argiloso, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico, pegajoso; poros médios abundantes; transição gradual e ondulada.

Nota-se nessa camada, em sua parte inferior, a presença de pequenos fragmentos de biotita-gnaiss bastante intemperizados, com baixa resistência à compressão com as mãos.

TABELA 6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PERFIL 4.

CAMADAS		GRAMULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM MAON							LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTZ	ARGILA	RELACÃO SILTZ ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO
Camada 1	0-30	1	1	22	24	15	37	0,40	47,0	27,0	20,0	21,0	2,62	1,37	48	22	26
2	30-100	1	1	16	26	12	44	0,27	64,0	30,0	34,0	24,0	2,69	1,28	48	24	24
3	100-250	1	1	18	23	17	50	0,14	77,0	35,0	43,0	26,0	2,67	1,20	40	16	24
Camada 4	250 ⁺	15	2	16	22	11	34	0,32	73,0	31,0	42,0	25,0	2,71	1,21	40	14	26

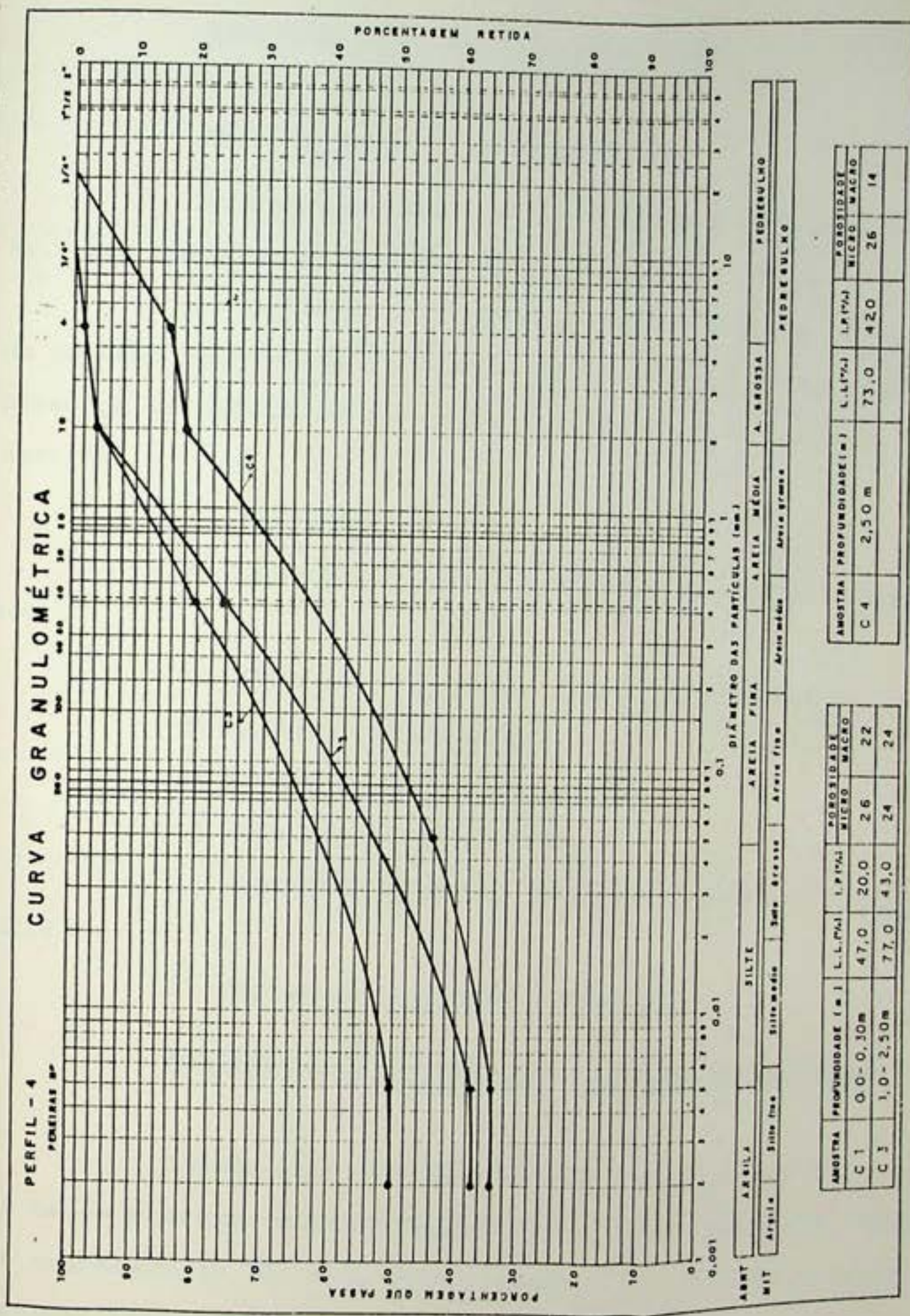


FIG. 22 - Curvas Granulométricas do Perfil 4.

Amostras 1.0 e 1.1/Situação Local

- a) Unidade de mapeamento - LVd₂
- b) Localização - Km 0,4 da Estrada da Vista Chinesa, lado direito no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação local das amostras - desbarrancamento do talude, declividade 34°, com cobertura vegetal, no caso a presença de soqueiras de bambuzinho associada à vegetação arbustiva.
- d) Altitude - 410 m.
- e) Litologia - Biotita-Gnaiss associada a quartzito.
- f) Material originário - Material coluvial.
- g) Relevo - montanhoso.
- h) Erosão - Laminar ligeira
- i) Drenagem - bem drenado
- j) Vegetação primária - Floresta Tropical subpernifolia.
- l) Uso atual - Reserva Floresta.

Amostras 1.0 e 1.1/Características Morfológicas

Camada 1.0 (com espessura de 80 cm) entre 0,5 e 140 cm de profundidade; vermelho (2,5 YR, 5/8, úmido) e vermelho amarelado (5 YR, 4/6, seco); areno argiloso; granular, grãos simples; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poros médios abundantes; poucas raízes finas fasciculadas; transição abrupta plana.

Esta camada quando seca é bastante farinhenta com presença marcante de grãos de quartzo disperso aleatoriamente em sua massa. Quando úmida adquire certa plasticidade e pegajosidade que a princípio se contrapõe ao seu aspecto granular farinhento quando seca. Aparentemente a avaliação realizada no campo evidencia que a arrumação estrutural dos grãos possui pouca coesão indicando uma menor consistência da agregação dos grãos simples que compõe a assembléia estrutural dessa camada.

Camada 1.1 (140 a 380⁺ cm) espessura de aproximadamente 240 cm; vermelho (2,5 YR, 4/6, úmida) e vermelho (2,5 YR, 5/6, seco); silto arenosa, grumos e pequenos blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico, pegajoso; poros pequenos e médios.

Esta camada não sofreu deslocamento com o escorregamento ocorrido nesse ponto. Somente a camada superior foi mobilizada. A exposição da camada 1.1, deu-se devido o aprofundamento da cicatriz para a colocação de gabiões.

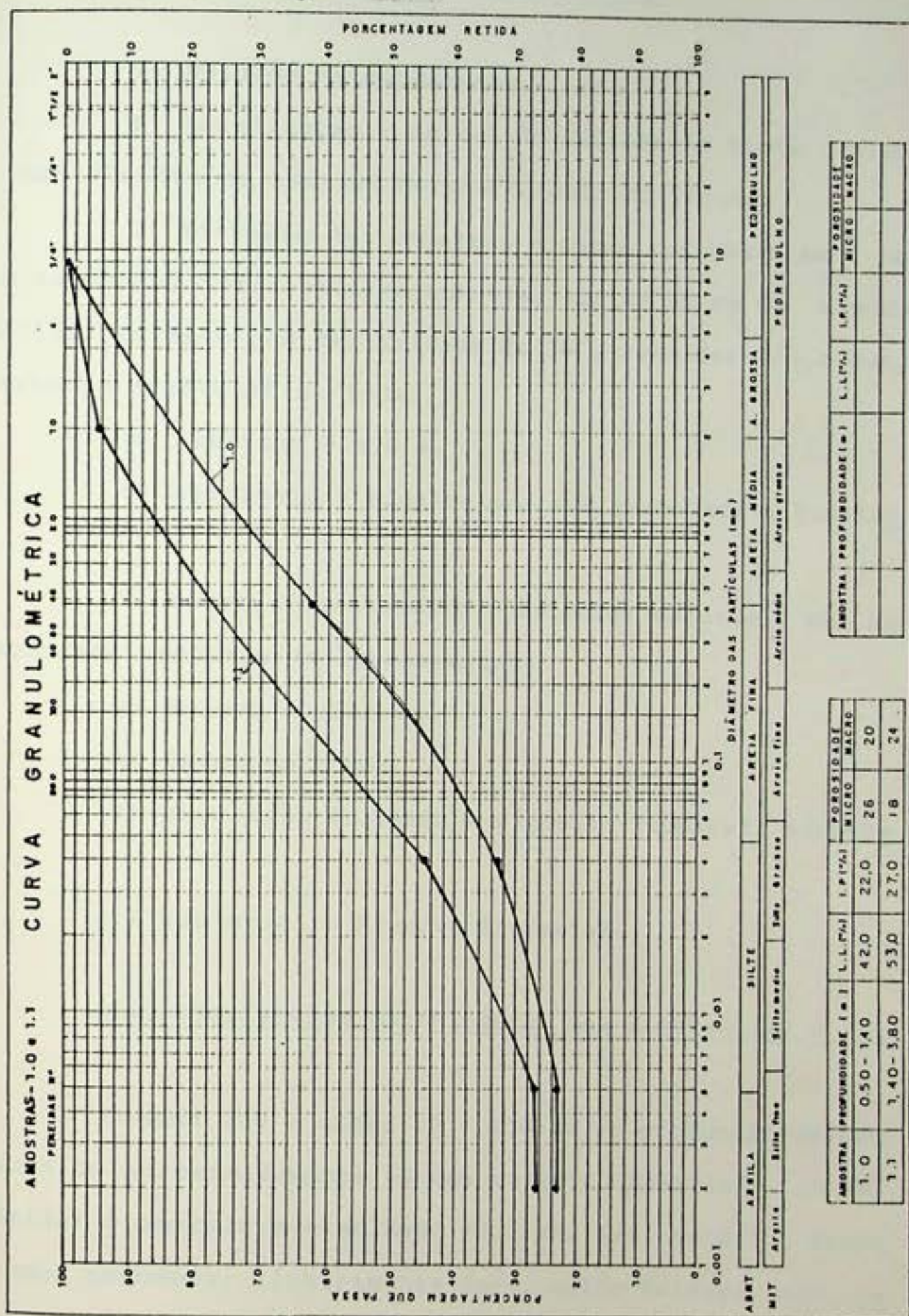


Fig. 23 - Curvas Granulométricas das Amostras 1.0 e 1.1.

Amostras 2.0 e 2.1/Situação Local

a) Unidade de mapeamento - LVd₂

b) Localização - Km 4,6 da Estrada da Vista Chinesa, lado direito no sentido Horto-Floresta da Tijuca.

c) Situação das amostras - foram retiradas em paredes expostas, infra-escorregamentos, abaixo 80 cm da camada asfáltica, em área com declividade de 30°, considerando a antiga vertente existente no local.

d) Altitude - 470 m.

e) Litologia - Biotita-gnaiss associada a quartzitos.

f) Material originário - material coluvial, em associação aos produtos do embasamento.

g) Relevo montanhoso.

h) Drenagem - Boa

i) Vegetação Primária - Floresta Tropical subperiférica.

j) Uso atual - Reserva Florestal.

Características Morfológicas das Camadas 2.0 e 2.1

Camada 2.0 - entre 80 - 150 cm de profundidade, com espessura de aproximadamente 60 cm; vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8, seco); arenosa, grumos pequenos; ligeiramente duro, muito friável, não pegajoso, não plástico; poros médios abundantes; transição abrupta ondulada.

Obs.: Entre o piso dessa camada e o início da outra

tra (2.1), observou-se na parede exposta uma linha de pedra com espessura variando entre 10 cm a 60 cm, sendo que esta não se apresenta sequencialmente de um lado ao outro da parede exposta do escorregamento, como pode-se observar no croqui esquemático representado pela Fig. 24.

Camada 2.1 - entre 150 cm e 300 com aproximadamente, com espessura de 150 cm a mais; vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 7/6, seco); areno-argiloso, blocos subangulares pequenos; ligeiramente duros, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poros pequenos e médios.

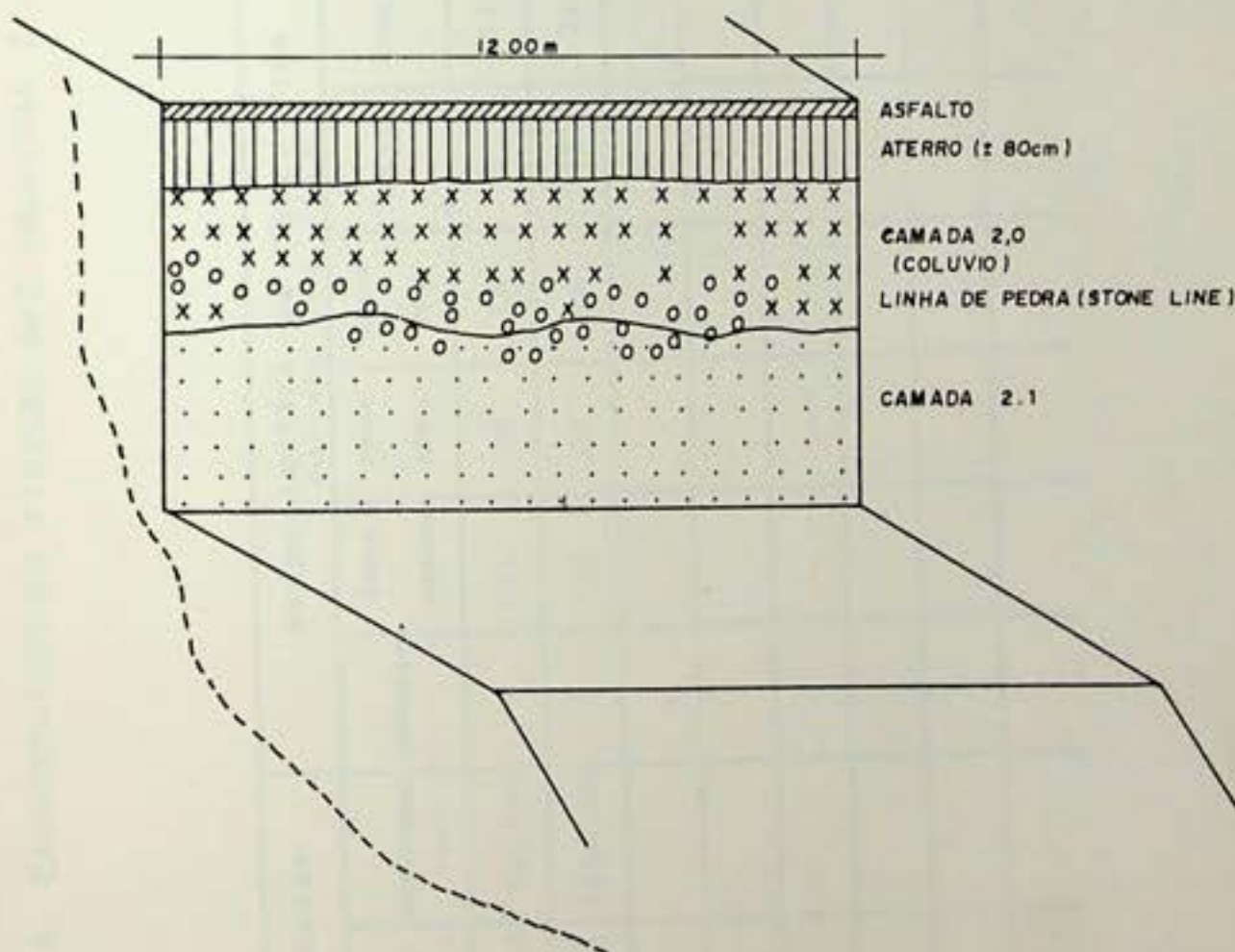


Fig. 24 - Croqui Esquemático das Camadas 2.0 e 2.1.

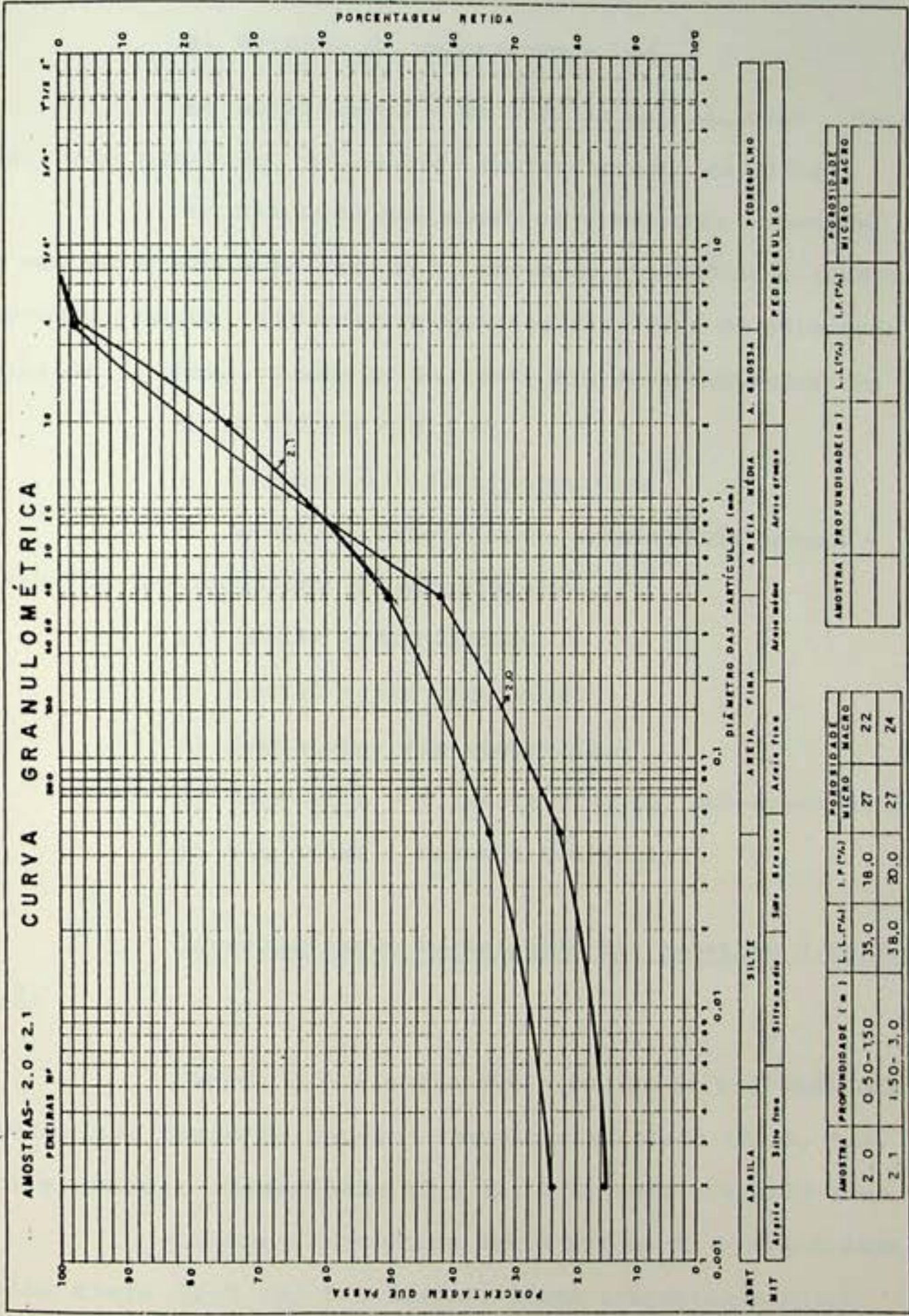


Fig. 25 - Curvas Granulométricas das Amostras 2.0 e 2.1

Amostras 3.0, 3.1 e 3.2/Situação Local

- a) Unidade de mapeamento - LVd₂
- b) Localização - Km 3,95 da Estrada Dona Castorina, lado esquerdo, no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação das amostras - amostras coletadas com o uso de trado a partir de 5 metros de profundidade, aproveitando-se do corte intra-escorregamento para fins de colocação de gabiões. A declividade na vertente era de aproximadamente 32°.
- d) Altitude - 410 m.
- e) Litologia - Biotita-gnaisse
- d) Material originário - material de origem - produtos da decomposição do embasamento.
- g) Relavo - Montanhoso.
- h) Erosão - não observada.
- i) Drenagem - não observada.
- j) Vegetação - Floresta Tropical Subperenifólia.
- l) Uso atual - Reserva Florestal.

Caracterização Morfológica das Amostras 3.0; 3.1 e

3.2.

Camada 3.0 - entre 400 e 500 cm de profundidade, coletada com trado de caneco; vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8, seco); argilo-arenoso.

Camada 3.1 - entre 500 e 600 cm de profundidade; vermelho claro (2,5 YR, 6/6 úmido); bruno avermelhado claro (2,5 YR, 6/4); argilo arenoso.

Camada 3.2 - entre 600 e 700 cm de profundidade; vermelho claro (2,5 YR, 6/6, úmido) e bruno avermelhado claro

(2,5 YR, 6/4, seco); argilo-arenoso.

Obs.: percebeu-se nesta camada o contato do trado com material decomposto (gnaisse) dificultando um pouco e penetração do mesmo.

TABELA 9. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS AMOSTRAS 3.0, 3.1 e 3.2.

CAMADAS		GRANULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM MAQU								LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	AP4- BENTE	TOTAL	MACRO	MICRO	
AM 3.0	400-500	1	3	26	23	9	38	0,23	55,0	29,0	26,0	29,0	2,67	-	-	-	-	
3.1	500-600	1	3	23	23	7	43	0,16	59,0	31,0	28,0	27,0	2,68	-	-	-	-	
3.2	600-700	-	3	21	27	11	38	0,29	57,0	28,0	29,0	30,0	2,70	-	-	-	-	

Obs: Uso de trado para amostras profundas.

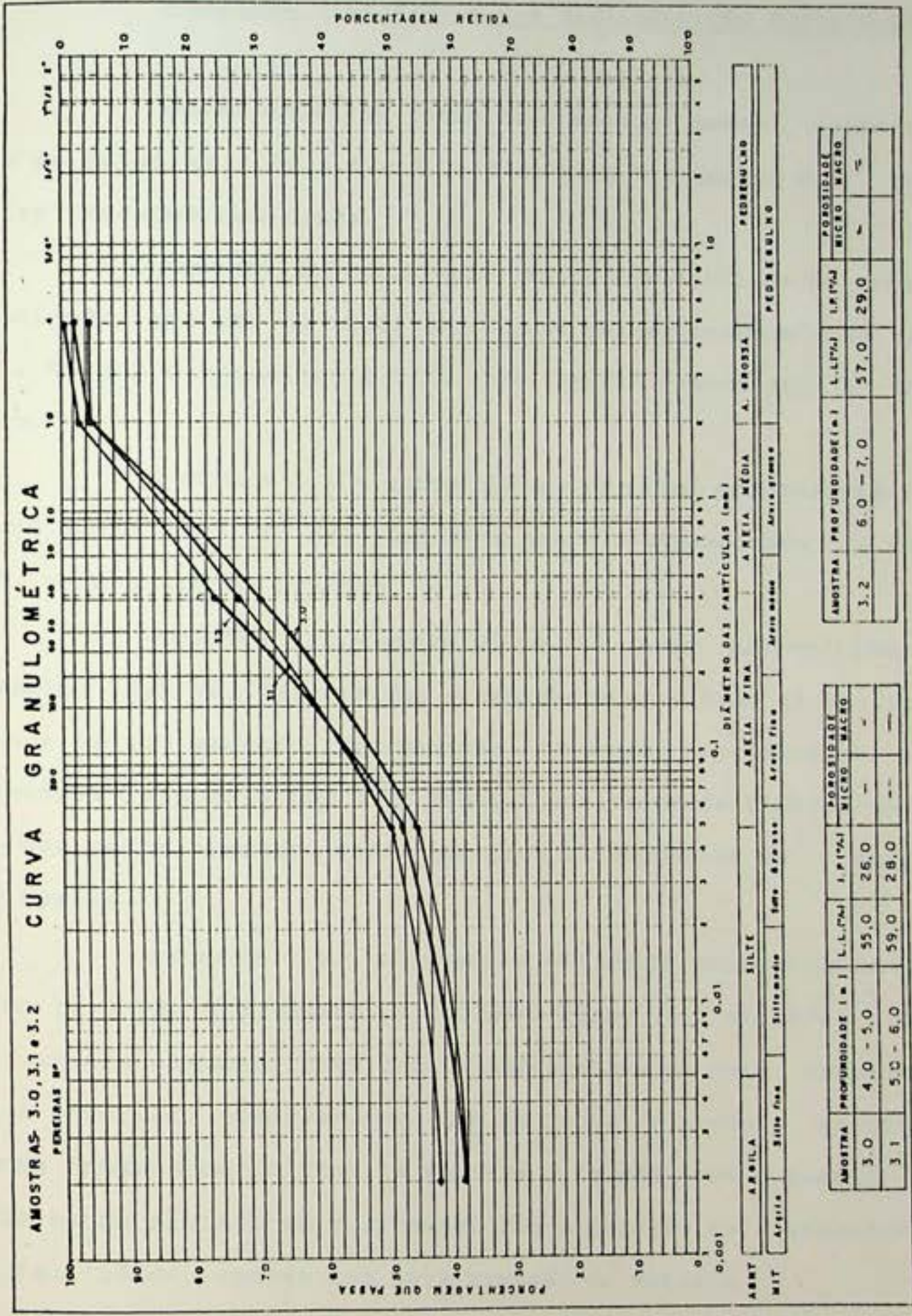


Fig. 26 - Curvas Granulométricas das Amostras 3.0, 3.1 e 3.2

Amostras 4.0; 4.1; 4.2 e 4.3/Descrição Morfológica

Estas amostras foram coletadas no mesmo acidente que as amostras 3.0; 3.1 e 3.2; distantes 8.0 metros da primeira tradagem realizada.

Amostra 4.0 - coletada entre 450 e 550 cm de profundidade, com uso de trado de caneco; vermelho-amarelo (5 YR, 4/6, úmido) e vermelho (2,5 YR, 5/8, seco); franco argilo-arenoso.

Amostra 4.1 - entre 550 e 650 cm de profundidade; bruno forte (7,5 YR, 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/6, seco); argilo arenoso.

Amostra 4.2 - entre 650 e 750 cm de profundidade; vermelho (2,5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/8 seco); argilo arenoso. Percebem-se fragmentos avermelhados endurecidos e presos à ponta do trado, possivelmente biotita-gnaiss se, que nesta tradagem está associada a fragmentos de quartzos opacos.

Amostra 4.3 - coletada a 850 cm de profundidade; vermelho (2,5 YR, 5/8, úmido) e vermelho claro (2,5 YR, 6/8, seco); argilo arenoso. Esta camada apresentava-se mais compacta que a anterior, observando-se que na ponta do trado associavam-se fragmentos do biotita gnaiss alterado, com o quartzo já bastante afetado em sua estrutura; o quartzo se esfacelava com facilidade, apenas com leve pressão do martelo.

TABELA 10. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS AMOSTRAS 4.0, 4.1, 4.2 e 4.3.

CAMADAS		GRAMULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM NAOM							LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALMO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO
AM 4.0	450-500	2	7	24	26	9	32	0,28	54,0	25,0	29,0	24,0	2,67	-	-	-	-
4.1	550-650	-	3	26	26	8	37	0,21	50,0	24,0	26,0	24,0	2,70	-	-	-	-
4.2	650-750	-	5	26	26	7	36	0,19	47,0	26,0	21,0	23,0	2,66	-	-	-	-
AM 4.3	750-850	-	3	24	24	6	43	0,16	43,0	21,0	22,0	23,0	2,65	-	-	-	-

Obs: Uso de trado para amostras profundas.

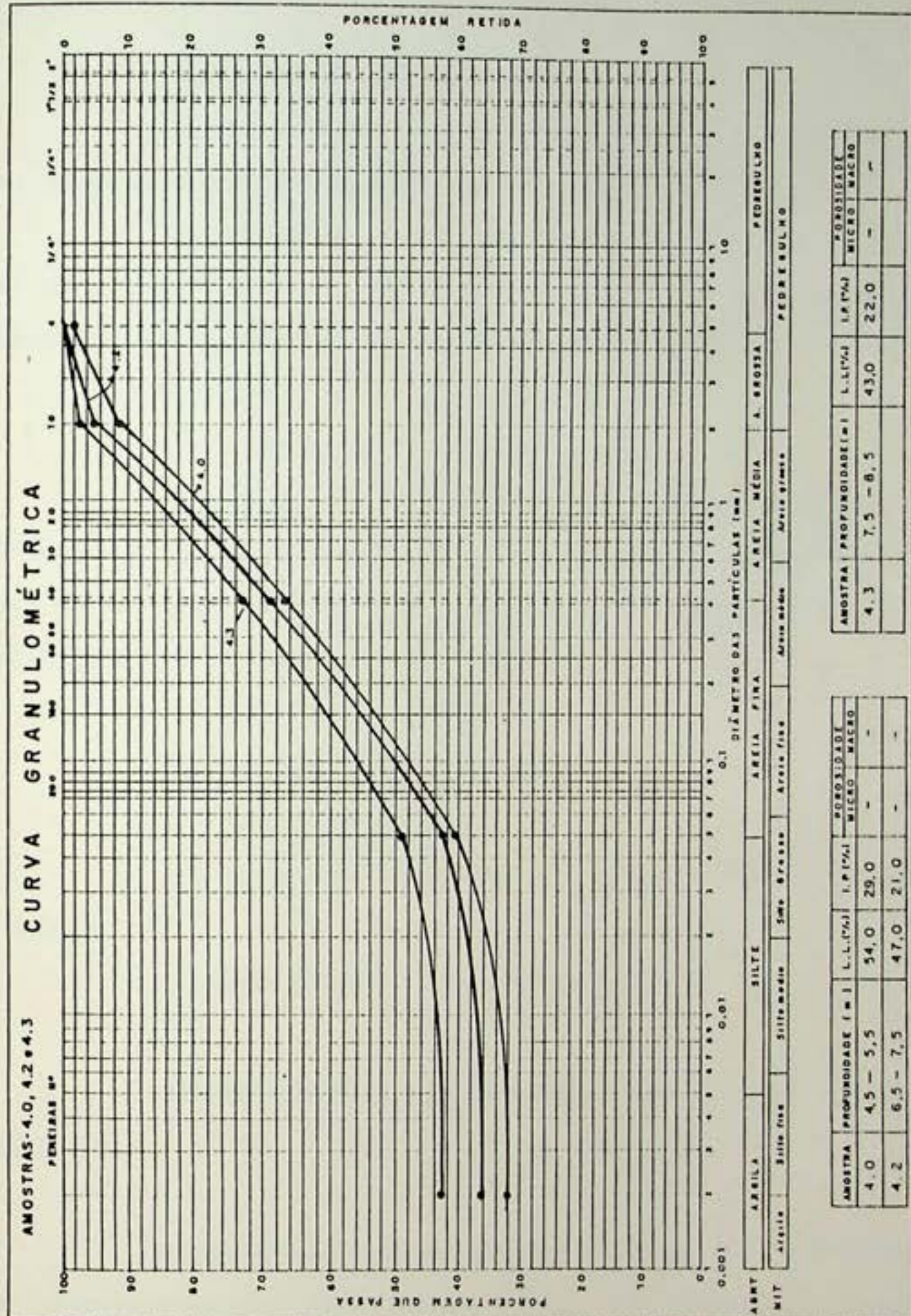


Fig. 27 - Curvas Granulométricas das Amostras 4.0, 4.1, 4.2 e 4.3.

Amostras 5.0; 5.1; 5.2 e 5.3/Situação Local

- a) Unidade de Mapeamento - LVd₂
- b) Localização - km 4,5 da Estrada da Vista Chinesa, lado direito no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação local das amostras - amostras coletadas em parede exposta, intra-escorregamento, para colocação de gabiões, com declividade de aproximadamente 30°.
- d) Altitude - 420 metros.
- e) Litologia - Biotita-gnaiss
- f) Material originário - Material transportado localmente a nível de superfície, proveniente do embasamento local; as camadas com mais de 1,60 m de profundidade possuem características de originárias "In situ".
- g) Relevo - Montanhoso
- h) Erosão - não observada.
- i) Drenagem - boa.
- j) Vegetação Primária - Floresta Tropical Subperenifólia.
- l) Uso atual - Reserva Florestal

Características Morfológicas das Amostras 5.0;5.1;

5.2 e 5.3

Camada 5.0 - camada entre 0-60 cm de profundidade; cinzento-avermelhado escuro (5 YR, 4/2, úmido) e bruno avermelhado (5 YR, 5/3, seco); arenoso, granular, grãos simples compactos; ligeiramente duro, friável, não plástico, não pegajoso.

Observa-se no conjunto estrutural dessa camada, uma condição acentuada de poros médios e grandes; individualmente a estrutura granular quando agregada pela matéria orgânica apresentava com poros médios, transição clara e plana.

Camada 5.1 - camada compreendida entre 60 a 240 cm de profundidade; vermelho-amarelo (5 YR, 5/6, úmido); amarelo avermelhado (8 YR, 6/6 seco); franco arenoso/franco argilo-arenoso; blocos subangulares pequenos, duro, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poros pequenos, transição clara e plana.

Encontramos nesta camada, a uma profundidade de 2.0 metros uma linha de carvão vegetal de 10 cm, em média, de espessura, com extensão de 9,0 metros, indo de um lado ao outro da parede exposta. Esta camada de carvão estava um pouco mesclada com o material sobreposto - camada 5.1, parecendo que a mesma pode ter se originado de um antigo incêndio na área.

Camada 5.2 - encontra-se entre 240 a 400 cm de profundidade; vermelho (2,5 YR, 5/8, úmido) e amarelo avermelhado (5 YR, 6/8, seco); franco-arenoso; blocos sub-angulares; duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poros pequenos.

Notou-se que esta camada, quando ressecada pela atuação da radiação solar sobre a mesma, apresentava um arranjo estrutural de pequenas placas que se desprendiam da massa compacta do solo com facilidade. Quando umedecemos artificialmente esta camada, percebeu-se uma alta condição de friabilidade e instabilidade do seu conjunto estrutural, havendo pequenos desmonoramentos das referidas placas.

Amostra 5.3 - encontrava-se a uma profundidade de 550 cm a mais, sendo retirada com o uso do trado de caneco; vermelho (10 R, 5/6, seco); franco-argilo-arenoso; friável; ligeiramente plástico, não pegajoso.

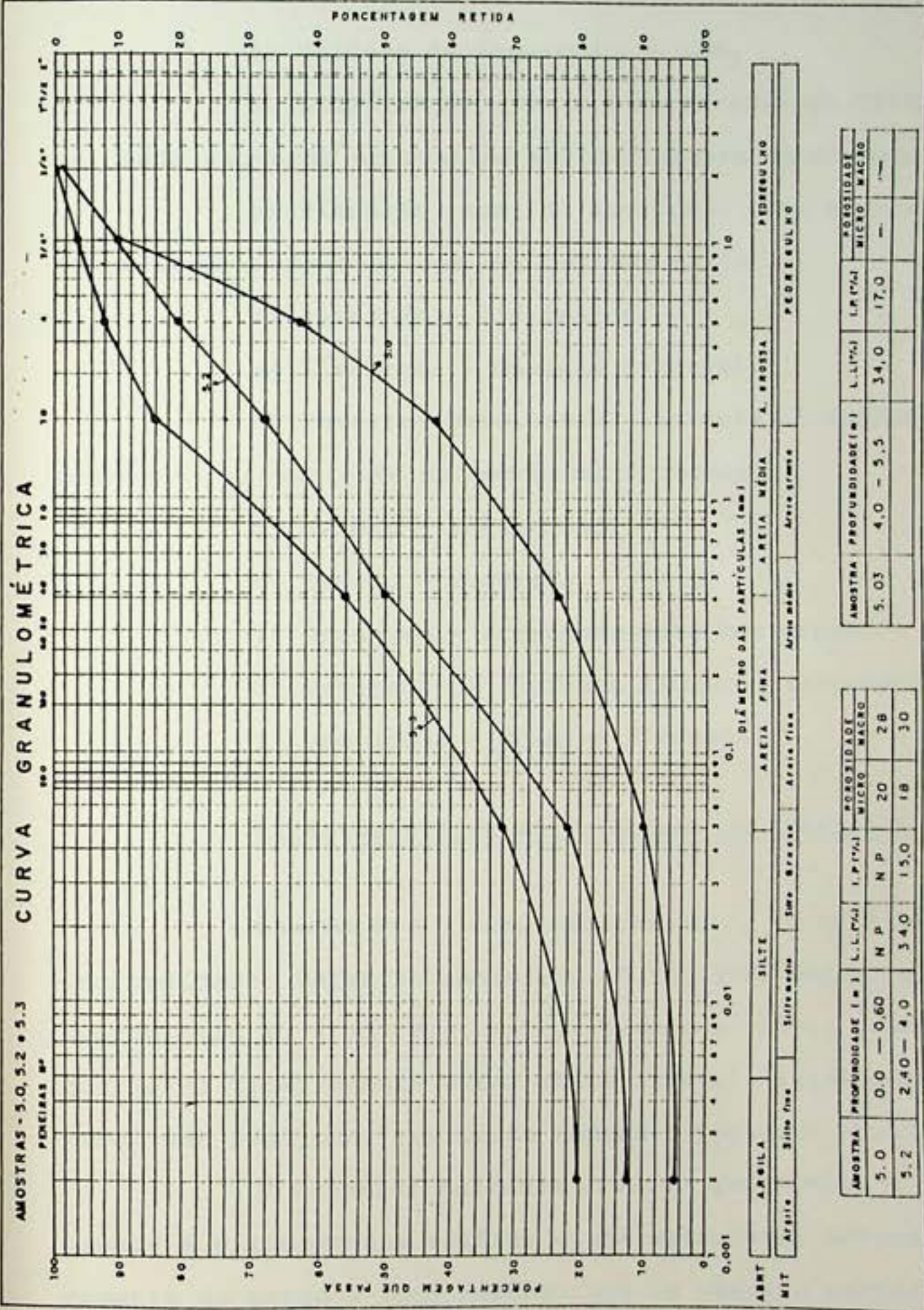


Fig. 28 - Curvas Granulométricas das Amostras 5.0, 5.1 e 5.3.

Amostra 6.0/Situação Local

- a) Unidade de mapeamento - LVd₂
- b) Localização - km 8,6 da Estrada da Vista Chinesa, lado esquerdo no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação local da amostra - esta encontrava-se intra-eskorregamento, com declividade de 34°.
- d) Altitude - 350 metros
- e) Litologia - Gnaisse Facoidal.
- f) Material originário - material transportado localmente, proveniente do embasamento rochoso.
- g) Relevo - montanhoso.
- h) Erosão - moderada
- i) Drenagem - acentuadamente bem drenado.
- j) Vegetação - Floresta Tropical subperenifólia.
- l) Uso atual - Reserva Florestal

Características Morfológicas da Amostra 6.0

Camada 6.0 - compreendida entre 40 cm a 160 cm de profundidade; vermelho-amarelado (5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8, seco); franco arenoso, granular, não coerente; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, não pegajoso, com poros médios e pequenos abundantes.

O material bastante arenoso que compõe a referida camada é extremamente friável e sem estrutura, havendo desmoronamento do mesmo a todo momento que se usava o martelo para retirada de amostra de solo. Observou-se blocos de quartzitos encaixados no material arenoso.

TABELA 12. CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA 6.0

CAMADAS		GRAMULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM NAOM								LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO	
AM 6.0	40-160	27	11	24	19	11	8	1,37	34,0	19,0	15,0	25,0	2,71	1.52	42	25	17	

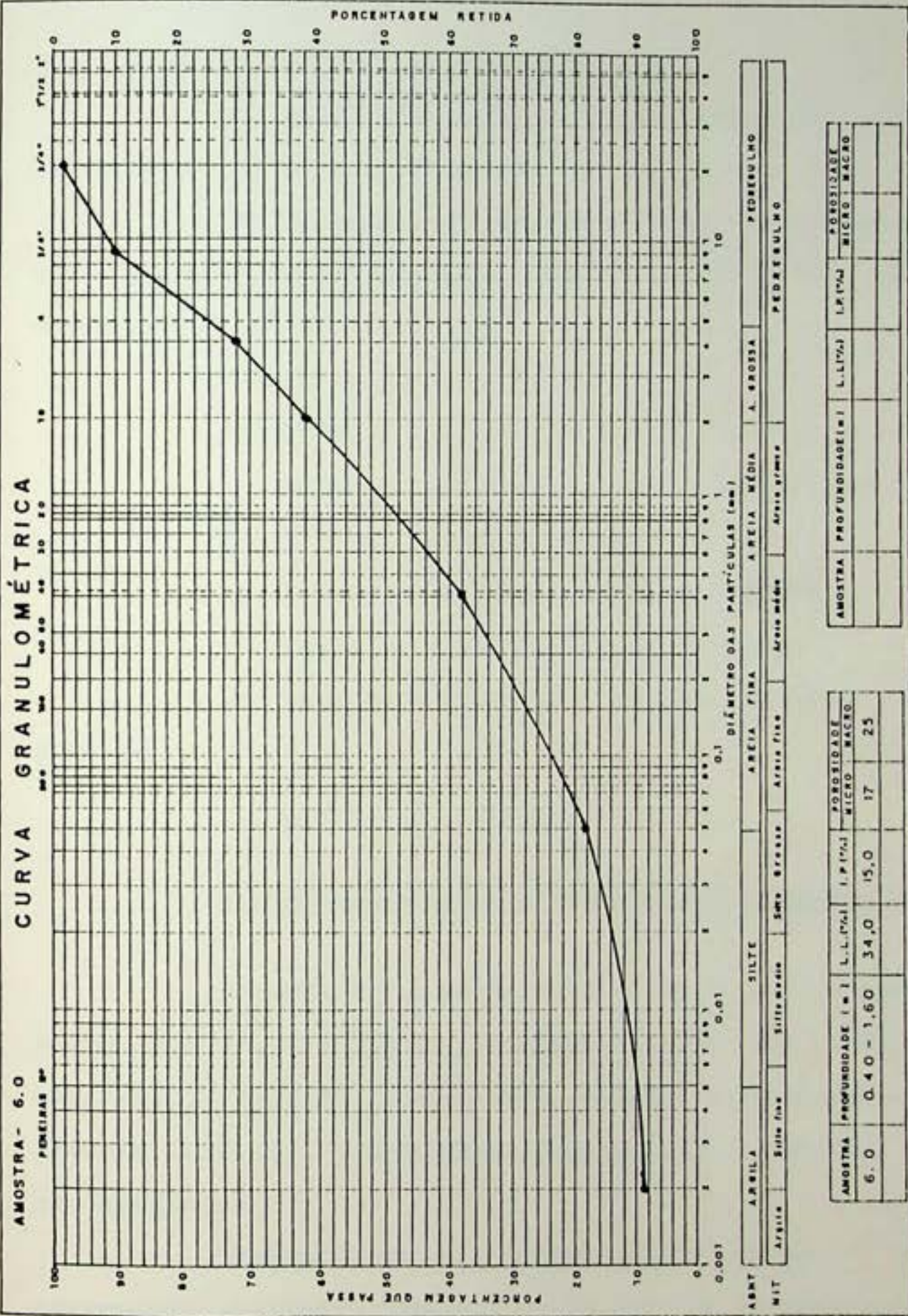


Fig. 29 - Curva Granulométrica da Amostra 6.0.

Amostras 7.0 e 7.1/Situação Local

- a) Unidade de mapeamento - PV₄
- b) Localização - km 0,65 da Estrada Dona Castorina, lado direito no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação das amostras - foram retiradas em um corte de estrada onde se realizou limpeza do talude, com aproximadamente 32° de declividade.
- d) Altitude - 250 metros.
- e) Litologia - Biotita gnaiss.
- f) Material originário - Material coluvial.
- g) Relevo - Forte ondulado.
- h) Erosão - laminar ligeira a moderada.
- i) Drenagem - moderadamente drenado.
- j) Vegetação Primária - Floresta Tropical subperenifólia.
- l) Uso atual - Reserva floresta.

Características Morfológicas das Amostras 7.0 e 7.1

Camada 7.0 - entre 20 a 90 cm de profundidade; vermelho (2,5 YR, 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/6, seco); argilo arenoso, blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poros médios; transição abrupta.

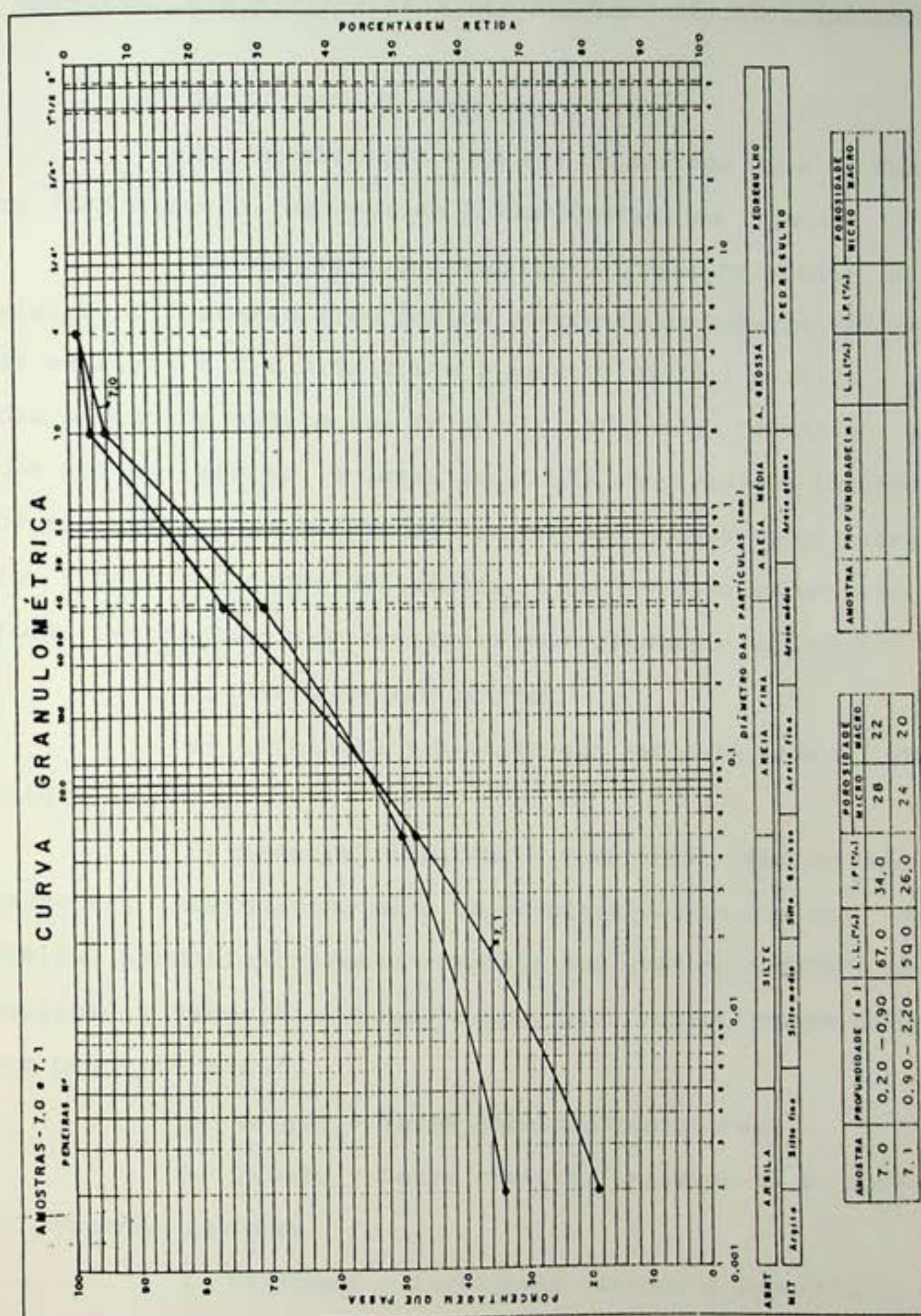
Encontrou-se nesta camada vários blocos - predominantemente gnaisses - em estado avançado de intemperismo.

Camada 7.1 - entre 90 a 220 cm de profundidade; cor variegada (7,5 YR, 6/4) bruno claro (2,5 YR, 5/8) vermelho, ambos úmidos; (2,5 YR, 8/4, amarelo claro acinzentado), 7,5

YR, 6/4, bruno claro) ambos seco; franco arenoso, blocos angulares médios e grandes; duro, friável ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, poros médios abundantes.

TABELA 13. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS AMOSTRAS 7.0 e 7.1.

CAMADAS		GRANULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM MAOH								LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APAR- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO	
AM 7.0	20-90	2	3	24	21	16	34	0,47	67,0	33,0	34,0	26,0	2,65	1,32	50	22	28	
7.1	90-220	2	2	20	28	29	19	1,70	50,0	24,0	26,0	36,0	2,66	1,50	44	20	24	



Amostras 8.0;8.1;9.0 ;9.1 ;10.0; 10.1 e 10.2/Situação Local.

- a) Unidade de mapeamento - LVD_2
- b) Localização - Km 4,3 da Estrada Dona Castorina na lado direito, no sentido Horto-Floresta da Tijuca.
- c) Situação das amostras - foram coletadas sequencialmente formando três pontos distintos de coletas referentes às amostras 8.0 e 8.1; 9.0 e 9.1; e 10.0; 10.1 e 10.2. Essa disposição de coleta foi de perfis paralelos, formando assim uma pequena secção. A localização das amostras foi interna a um escorregamento de grandes proporções, abaixo de um terracete com fins à colocação de gabiões. A declividade aproximada da rampa (vertente) onde ocorreu o escorregamento era de 28° .
- d) Altitude-420 metros.
- e) Litologia - Biotita-gnaiss associado a quartzitos.
- f) Material originário - material transportado localmente, interligando-se a maior profundidade com uma cascalheira, predominantemente composta por quartzo incolor, em associação a material terroso avermelhado possivelmente da decomposição "In situ".
- g) Relevo - Forte ondulado/montanhoso.
- h) Erosão - intra cicatriz observou-se a formação de pequenas ravinas.
- i) Drenagem - fortemente drenado à superfície, havendo uma redução com a profundidade.
- j) Vegetação - Floresta Tropical subperenifólia.
- l) Uso atual - Reserva Florestal.

Características Morfológicas das Amostras 8.0 e 8.1

Camada 8.0 - aproximadamente 90 cm de espessura; amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8, úmido) e bruno forte (7,5 YR, 5/8, seco); argilo-arenoso, granular, muito farinhento; friável, sem coesão; com presença de pequenos blocos e fragmentos de quartzo, os blocos apresentavam-se bem alterados com evidências de microfraturamentos, em alguns casos, com uma suave batida entre blocos, o esfacelamento destes era total; poros grandes e médios em abundância; transição clara e ondulada.

Camada 8.1 - aproximadamente 86 cm de espessura; vermelho claro (2,5 YR, 6/8, úmido) e bruno forte (7,5 YR, 5/8, seco), areno-argiloso; granular, friável, pouca coesão, fragmentos de quartzo e pequenos blocos angulares bastante alterados; poros médios em abundância; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Observou-se nesta camada, atividade biológica (formigas) que formavam pequenos canais de 2 a 4 milímetros de diâmetro. Notamos também que várias raízes apodrecidas deram lugar a pequenos canais subterrâneos por onde se concentrava água, inclusive nos próprios fragmentos apodrecidos das raízes. Mais abaixo encontrou-se uma camada cascalhenta composta de blocos de quartzo, cujo acesso foi impossível devido a existência de gabiões fixos no local, estreitando em demasia a área compreendida entre a parede exposta e os gabiões já assentados.

Características Morfológicas das Camadas 9.0 e 9.1

Camada 9.0 - aproximadamente 140 cm de espessura; amarelo-avermelhado (7,5 YR, 6/8, úmido) e bruno forte (7,5 YR, 5/8, seco); argilo-arenoso; grumoso, grumos pequenos não coerentes; estrutura fraca, blocos subangulares; macio seco, friável umedecido; poros médios e grandes; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Observou-se nesta camada, atividade biológica (formigas) com formação de vários canais expostos na parede do corte analisado.

Camada 9.1 - espessura de 60 cm aproximadamente; vermelho-amarelo (5 YR, 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR, 6/8, seco); argilo arenoso, blocos subangulares pequenos; consistência macia e ligeiramente dura; friável ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; presença de poucas raízes finas; poros pequenos abundantes e médios, fragmentos grosseiros de quartzos bastantes alterados na parte mais profunda da camada.

Características Morfológicas das Amostras 10.0, 10.1 e 10.2.

Camada 10.0 - espessura aproximada de 60 centímetros; vermelho-amarelado (5 YR, 5/6, úmido) e amarelo - avermelhado (5 YR, 6/8, seco); argilo-arenoso, grumos pequenos e médios; fraca a moderada (composta); consistência macia, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; poros

médios a grandes em abundância; transição clara e ondulada.

Observou-se nesta camada a existência de raízes fi nas fasciculadas, bem como atividade biológica pertinente a formigas.

Camada 10.1 - com aproximadamente 120 cm de espessura; bruno-avermelhado (2,5 YR, 5/4, úmido) e vermelho (2,5 YR, 5/8, seco); areno argiloso; blocos subangulares; pequena a mé dia; fraca; ligeiramente dura e friável quando umedecidas; po ros pequenos e médios; plástico, ligeiramente pegajoso; tran sição clara e ondulada.

Camada 10.2 - com 80⁺ cm de espessura; vermelho (10 R, 4/6, úmida) e vermelho (2,5 YR, 5/8, seco); argilo are noso; blocos subangulares grandes; moderada; ligeiramente duro quando seco e firme friável quando úmido; poros pequenos e médios; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

Observou-se em alguns pontos da camada a associação do gnaiss alterado com quartzito. Esses gnaisses possivelmente biotita gnaiss quando ainda características texturais da rocha fresca.

A disposição lateral dos pontos analisados formam a secção Vista Chinesa, representada no croqui esquemático, Fig. 31.

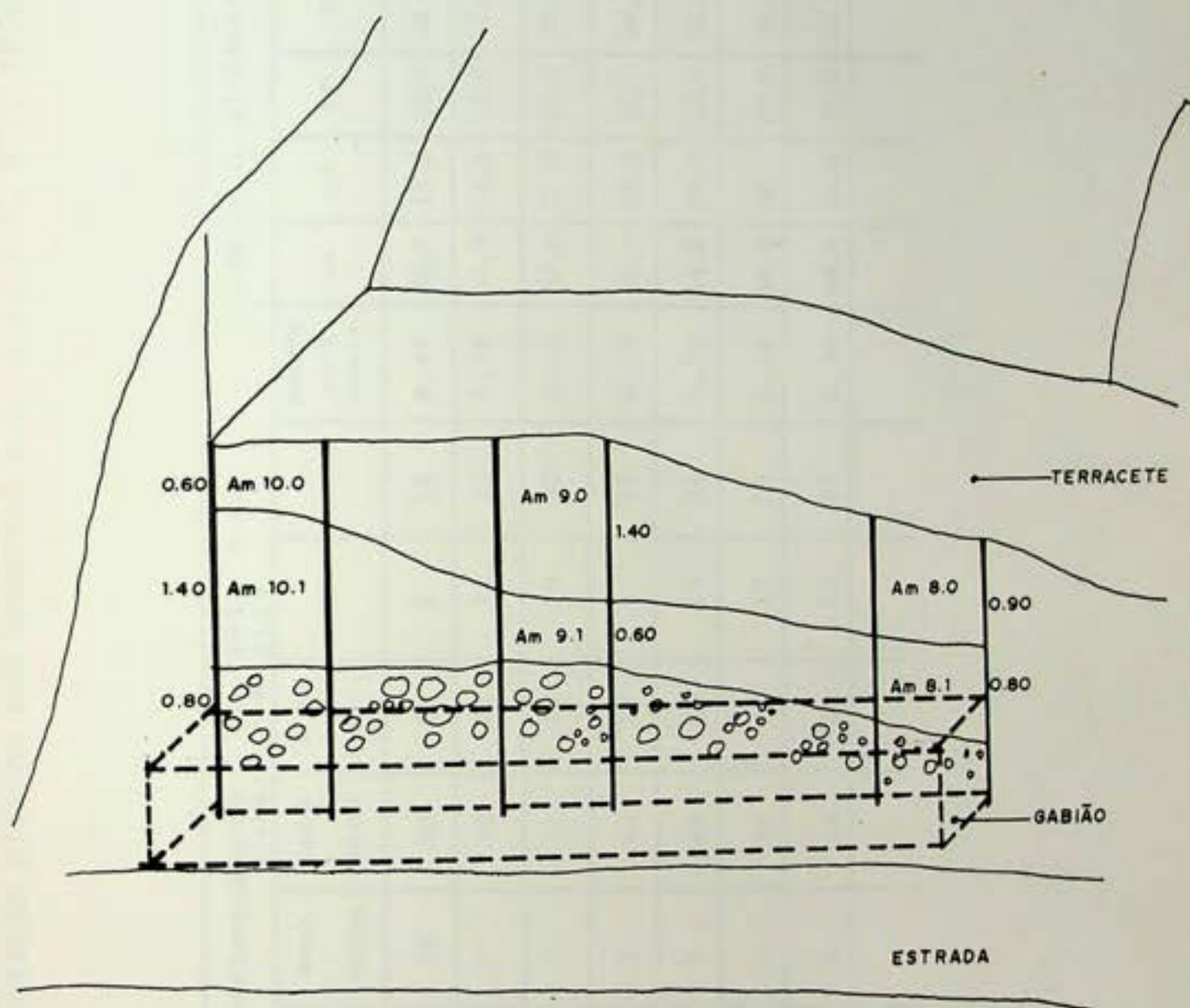


Fig. 31 - Chinesa Esquemático da Secção Vista Chinesa.

TABELA 14. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS AMOSTRAS 8.0, 8.1, 9.0, 9.1, 10.0, 10.1 e 10.2

CAMADAS		GRANULOMETRIA DA TERRA FINA DISPERSA COM NAOH								LIMITES DE ATTEBERG (%)				DENSIDADE		POROSIDADE (%)		
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	CASCALHO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELACÃO SILTE ARGILA	LL	LP	IP	LC	REAL	APA- RENTE	TOTAL	MACRO	MICRO	
Amostra 8.0	160-250	7	11	30	25	8	19	0,42	40,0	18,0	22,0	26,0	2,69	1,41	47	20	27	
8.1	250-336	4	7	30	25	11	23	0,48	34,0	18,0	16,0	22,0	2,66	1,38	48	20	28	
9.0	150-290	5	7	22	24	10	32	0,31	52,0	27,0	25,0	25,0	2,71	1,42	48	22	26	
9.1	290-340	6	7	23	22	8	34	0,24	60,0	29,0	31,0	26,0	2,72	1,40	48	23	25	
10.0	150-210	4	4	22	22	12	36	0,33	54,0	29,0	25,0	28,0	2,71	1,39	49	21	28	
10.1	210-350	7	5	22	21	12	33	0,36	59,0	30	29,0	28,0	2,72	1,41	48	22	27	
10.2	350-400	12	5	16	20	12	35	0,34	60,0	29,0	31,0	32,0	2,70	1,40	48	22	27	

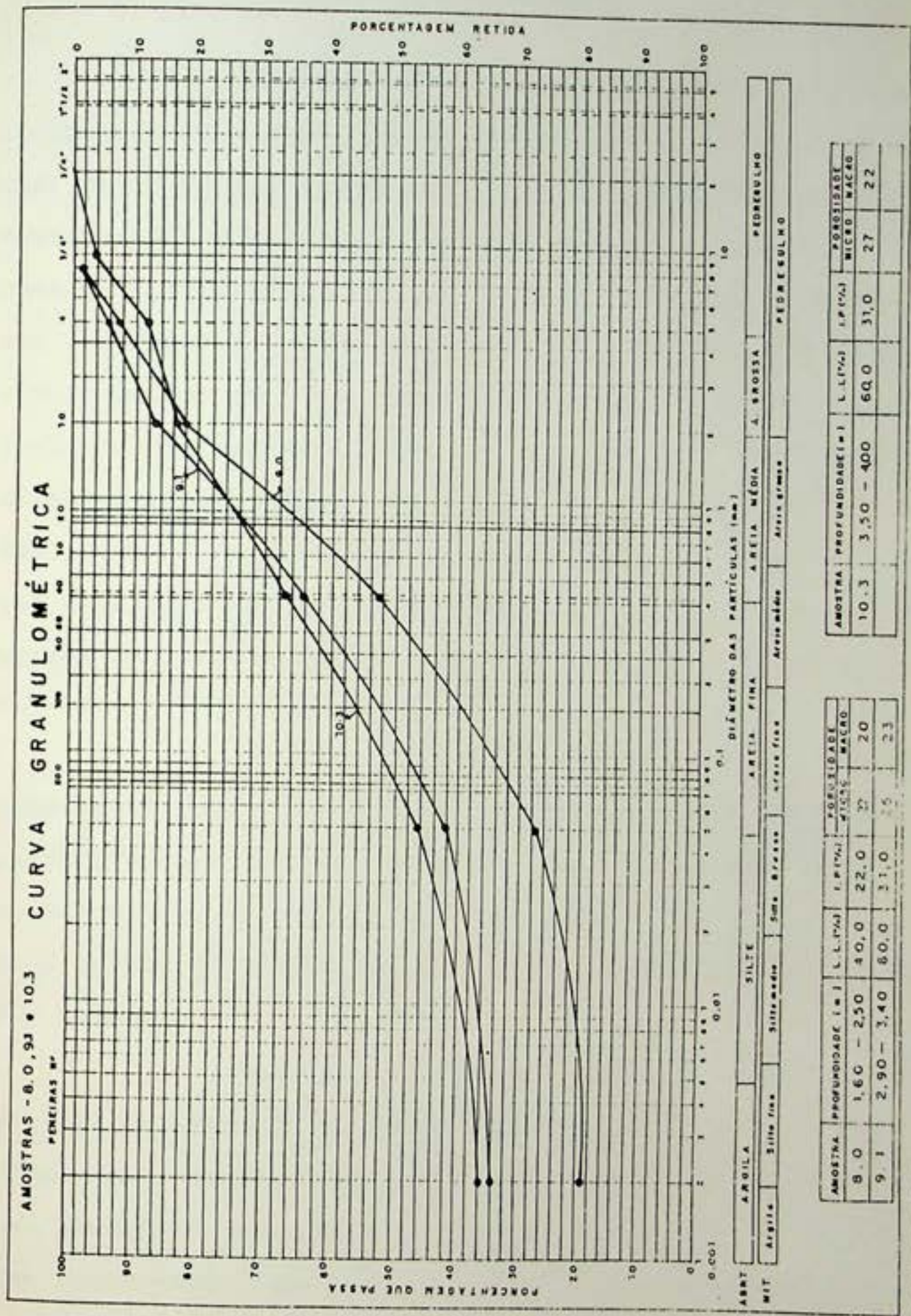


Fig. 32 - Curvas granulométricas das Amostras 8.0, 9.1 e 10.3.

4.3.2. Análises Granulométricas

Kellogg (1962) mostra-nos que as diferenças abruptas na distribuição granulométrica dos horizontes (camadas) de um perfil podem indicar descontinuidades litológicas, ou descontinuidades dos materiais de origem ou mudanças nos processos de formação do solo. Klar (1984) salienta que uma quebra acentuada da curva granulométrica pode indicar a deposição simultânea do solo por dois agentes edáficos diferentes. Em se tratando da área de estudo, as informações litológicas obtidas demonstram variações entre gnaisses do tipo biotita e falcoidal, com ou sem associação aquartzitos. No entanto, os acidentes ocorridos na área superficiais (nos primeiros 100 centímetros de profundidade em média), sem atingir a rocha ou mesmo o solo residual jovem tipo horizonte C/R.

Considerando-se tais características, torna-se importante a análise do quadro distributivo dos diâmetros de partículas que formam o solo das áreas mobilizadas, pois de acordo com Lumb (1965, 1966) o diâmetro das partículas é uma propriedade de grande influência nas características físicas dos solos.

Os gráficos expostos anteriormente pelas Figs. 19 a 32 evidenciam um aumento percentual das partículas de finos com o aumento da profundidade das amostras, sendo que tal sequência nem sempre é comum a todas as curvas granulométricas representativas da distribuição das partículas sólidas com componentes dos solos avaliados.

A sequência das curvas granulométricas observada no perfil 3, e nas amostras 1.0; 1.1; 3.0; 3.1; 3.2; 4.0; 4.1; 4.3; 5.0; 5.2; 5.3; 6.0; 8.0; 9.1 e 10.3, evidenciam um aumento proporcional da porcentagem de finos nas camadas inferiores, quando comparada a camadas de superfície ou superiores.

Os perfis 1 e 2 a exemplo, apresentam-se com aumento das partículas finas em sub-superfície; no entanto, a camada mais profunda nos dois perfis - com uma profundidade aproximada de 1,5 metros - evidencia uma redução do valor percentual de finos em relação a camada intermediária, onde a concentração de finos é maior.

Observa-se que nas camadas mais profundas analisadas no conjunto de amostras considerado - amostras 3.0; 3.1 e 3.2 assim bem como nas amostras 4.0; 4.2 e 4.3 cuja as profundidades variaram entre 4 a 8 metros, num mesmo acidente e distante um ponto do outro aproximadamente 10 metros - uniformidade das curvas e pequenas diferenças entre a distribuição das frações granulométricas intra camadas. Vê-se ainda que os valores referentes ao percentual de finos são altos, no caso, superiores a 30% em média.

As amostras que foram coletadas a partir do horizonte A (camada 1) em média entre 0 e 30 centímetros, apresentam a maior variação entre o valor percentual de finos, quando comparados às camadas subsuperficiais. Essa variação pode ser observada pelas curvas granulométricas dos perfis 1, 2 e 3, considerando as amostras de superfície, intermediárias e profundas, assim bem com as amostras avulsas 5.0; 5.2 e 5.3. Os valores percentuais de finos das camadas intermediárias são no mínimo o dobro dos valores encontrados nas camadas superficiais.

ciais do tipo horizonte A.

Deve-se ressaltar que todas as amostras de solo avaliadas na área de estudo, possuem valores percentuais da fração areia igual ou superior a 40%. Sabemos que solos predominantemente arenosos têm uma estrutura aberta, sendo consequentemente mais permeáveis e bem drenados. A caracterização de solos bem drenados condiciona um processo de intemperismo e morfogênese mais profundo. No caso específico da área de estudo, encontramos pontos amostrais que a 8 metros de profundidade, o trado manual ainda não havia encontrado resistência que evidenciasse a presença da rocha sã.

Cabe aqui lembrarmos as observações de Cailleux e Tricart (1959) que ao analisarem zonas fitogeográficas e morfoclimáticas no Sudeste do Brasil, em áreas de florestas higrófilas litorâneas, mencionaram que estas correspondiam a alterações profundas com 20 ou mais metros de profundidade, de argilas lateríticas amarelas e vermelhas.

A um nível físico-mecânico, a areia contribui para a estabilidade do solo devido a interação mecânica entre as partículas (atrito interno), sendo que os solos onde essa fração predomina são denominados solos dotados de atrito.

A influência da água, mesmo a níveis pequenos, pode contribuir para a perda de coesão dessas partículas, assim bem como efeitos superficiais podem afetar essa estabilidade dos solos arenosos, sendo ainda pequena a contribuição de sucção de umidade, com baixa absorção superficial e exclusão de inchamento ou contração dessa fração (Terzaghi, 1962).

Deve-se observar que as áreas mobilizadas associavam-se predominantemente às camadas com maior percentual de

grosseiros - cascalhos e areias - associada à floresta existente e a sua zona de raízes entre 0-60 centímetros de profundidade.

Outro aspecto é que texturalmente os solos não foram enquadrados no grupo de solos arenosos textura areia ou areia franca (cujo limite dessa fração deve ser em média entre 85% a 90%). Não foram encontradas amostra, com tais níveis; no entanto, as proporções de estabelecimento de uma textura franco arenosa, franco ou franco argilo arenosa com índices de areia superior a 45%, podem ser vistas em várias amostras, principalmente o horizonte A, de origem coluvial, a exemplo dos perfis 1,2, 3 e 4 e amostras 5.0 e 5.1.

Os detalhamentos das classes e sub classes texturais por nós consideradas podem ser melhor observados em Soil Survey Staff (1951), Lemos (1967), Vieira (1975).

4.3.3. Índices de Atterberg

A análise dos limites de consistência dos solos, a partir dos resultados obtidos pelo limite de liquidez (LL%), limite de plasticidade (LP%) e Índice de plasticidade (IP%), formam parâmetros que nos são úteis na caracterização das fronteiras dos estados de consistência do solo em relação ao aumento de umidade.

O LP% representa a condição de umidade entre o estado semi-sólido e o estado plástico do solo, sendo o LL% compreendido entre o estado plástico e o estado líquido do mesmo. Considerando-se tais características, obtivemos pelos resultados avaliados para todos os perfis e amostras avulsas, valores do limite de Liquidez (LL%) variando entre 29,0% (mínimo) a 77,5% (máximo), enquanto os valores do índice de plasticidade (IP%) variaram entre 13,8 e 43,0%, respectivamente valores mínimo e máximo. Vimos que os resultados de LL% possuem uma variação de 48,5% entre os valores considerados extremos, o que representa uma grande diversificação para se atingir um grau de saturação de umidade do solo que o faça transpor o seu LL%, nos diferentes pontos amostrais considerados na área de estudo.

Comparativamente, Samara (1981) analisando algumas amostras de solo-Latossolo vermelho-amarelo fase arenosa associado geologicamente ao Grupo Tubarão, São Paulo, obteve valores de LL% que variaram entre 20% e 30% para as amostras que iam de 0,00 a 3,00 metros de profundidade e, entre 30% e 50% para profundidades maiores.

A Fig. 33 representa o gráfico de plasticidade

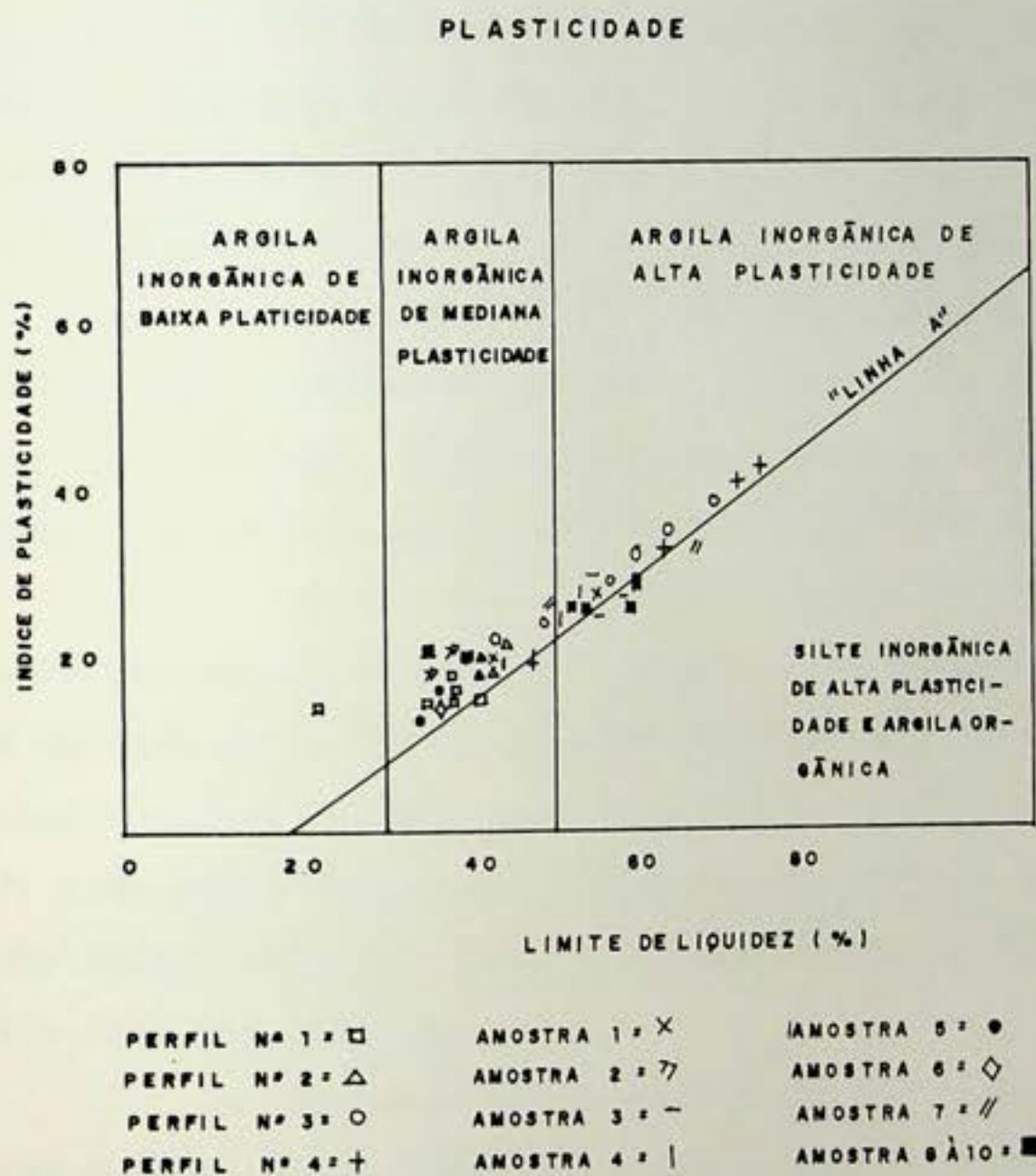


Fig. 33 - Gráfico da Relação IP% x LL%.

das amostras, relacionando o limite de Liquidez (LL%) ao índice de plasticidade (IP%). Observa-se pelos valores obtidos, que 55% das amostras enquadraram-se em argilas inorgânicas de média plasticidade, com índice de LL% variando entre 30% a 50% e os de IP% entre 10% a 30%.

Os valores mais altos de LL% e IP%, expostos no gráfico anteriores, associam-se às amostras analisadas cujo o percentual de argila é mais elevado em algumas camadas relativas aos perfis 2, 3 e 4, e as amostras 7.0/7.1; 8.0/10.2.

Seed et al (1964) mencionam seu trabalho a importância do tamanho das partículas componentes predominantemente numa amostra, e sua relação com as forças de atração existentes entre estas, principalmente na fração argila.

Souza (1984) avaliando os limites de consistência de Latossolos das Regiões Sudeste e Sul do Brasil, observou que apesar de várias amostras apresentarem valores de LL% médios a altos, ou seja, entre 35% a 79%, estas por vezes eram N.P. (não plásticas). Este comportamento, segundo o autor, estaria relacionado a maiores ou menores teores de Silte e/ou Areia Fina nas amostras.

Ainda no mesmo trabalho, Souza salienta que ao obter valores entre 61% e 79% e para LL% em três amostras - o que evidencia valores altos para limite de liquidez - não encontrou plasticidade nas mesmas, que foram classificadas como não plásticas, atribuindo tal característica à natureza das frações finas desses solos.

Vimos anteriormente que os valores obtidos para o LL% e IP% foram mais altos para as amostras que possuíam mais argila em sua fração granulométrica. Tal característica por

sua vez associa-se a uma maior expressão das forças de coesão e adesão do solo, que poderiam variar de acordo com a maior ou menor umidade existentes neste meio.

É importante salientarmos a relação da fração argila e sua atuação na dinâmica dos solos da área de estudo; nesta perspectiva nos reportaremos às relações da atividade da fração argila salientada por Skempton (1953).

A Fig. 34 ilustra a relação entre o percentual de argila e o índice de plasticidade (IP%). Pode-se notar que a maioria das amostras foram classificadas como normais e ativas, no que concerne à atividade da fração argila.

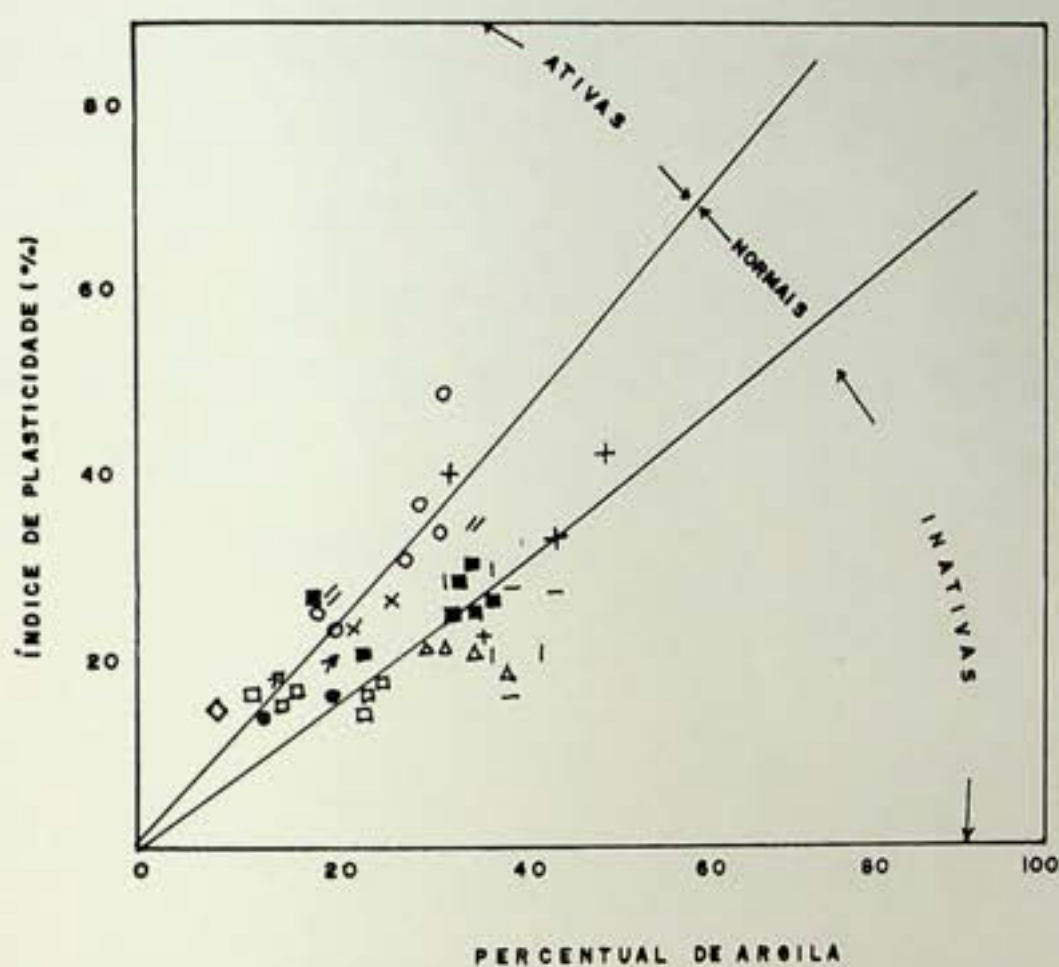
Os trabalhos desenvolvidos com Latossolos, com predomínio de argilo minerais do tipo 1.1, apresentam resultados da atividade da argila como inativa ou ainda, baseado-se Skempton (op. cit.) valores de $A < 0,75^{(2)}$ como pode-se observar também nos trabalhos de Gehling et al (1981), Samara (1982) e Polivanov (1984).

No caso analisado, os Latossolos estudados formavam associação em vários pontos das áreas mobilizadas, caracterizando-se como Latossolo vermelho-amarelo + Latossolo Câmbico, ou ainda, Cambissolo Latossólico + Afloramento de Rocha, etc...

Nestes casos, ao contrário do Latossolo típico onde os minerais primários de fácil intemperização já não mais existem, ou, segundo Camargo et al (1987) "possuem menos de 4% de minerais facilmente intemperizáveis em sua fração menor que

⁽²⁾ Fórmula para determinação da atividade da argila de acordo com Skempton (1953).

$$A = \frac{IP\%}{\% < 0,002 \text{ mm}}$$



PERFIL Nº 1: □	AMOSTRA 1: ×	AMOSTRA 5: ●
PERFIL Nº 2: △	AMOSTRA 2: ∇	AMOSTRA 6: ◇
PERFIL Nº 3: ○	AMOSTRA 3: —	AMOSTRA 7: //
PERFIL Nº 4: +	AMOSTRA 4:	AMOSTRA 8 A 10: ■

Fig. 34 - Relação IP% x % Argila.

2 milímetros", podem apresentar minerais do tipo 2.1, que possivelmente influenciariam a atividade das argilas. No caso analisado foi detectada a presença de argilo mineral tipo 2.1 nas amostras, resultado este que será discutido posteriormente.

Ressalta-se no entanto que observações de Moh (1969) e Gomes Teixeira (1971) demonstram que os ensaios granulométricos podem ser feitos de modo a afetar os resultados da determinação dos índices da atividade das argilas.

Neste sentido, Nogami (1978) adverte-nos sobre a condição de solos transportados - não lateríticos - que apresentam variações de propriedades tão diversificadas que devemos evitar generalizações.

4.3.4. Variações da Porosidade e Densidade

As amostras analisadas nas tabelas 3 a 14, de mostram que em sua maioria a porosidade total diminui com o aumento da profundidade, como podemos observar nos perfis 1, 2, 3 e 4 e nas amostras 1.0, 1.1, 2.0 e 2.1, 5.0 e 5.3, 7.0 e 7.1, 10.0 e 10.2.

Nota-se que os valores relativos aos macroporos diminuem em todos os perfis analisados além das amostras 2.0 e 2.1, 7.0 e 7.1, mantendo uma certa proporcionalidade nas amostras 10.0 a 10.3 e aumentando nas amostras 1.0, 1.1, 5.0, 5.1 e 5.2.

A macroporosidade é estabelecida a partir do diâmetro de 0,06 milímetros, e abaixo desse valor temos a microporosidade. Rezende (1982) faz algumas observações em relação à porosidade do solo esclarecendo-nos que nos solos de textura argilosa predominam a microporosidade, podendo no entanto possuírem macroporos em função da agregação das partículas primárias. A microporosidade atua com maior força na retenção de água nos poros do que a macroporosidade.

As observações entre os valores da porosidade total nas amostras revelam diferenças entre as camadas de superfície para as de subsuperfície, que variam entre 1% a 10% no máximo.

Sabemos que o arranjo estrutural e a textura do solo influenciam em muito as características da porosidade do mesmo. Resende (op cit) exemplifica como a estrutura granular do horizonte B Latossólico (muito velho) é capaz de criar a existência de macroporos entre os grânulos, e de microporos

no interior do agregado.

Na área de estudo, onde predominam Latossolos em associações de acordo com estudos efetuados pelo SNLCS da EMBRAPA, observa-se que a porosidade em superfície - Camada 1 ou horizonte A - é mais abundante, e que a capacidade de infiltração deve ser mais acentuada nesta camada, desde que a chuva atinja o litter e posteriormente chegue ao horizonte A.

Considerando-se os valores médios da densidade real e aparente apresentado nas tabelas 3 a 14 da descrição morfológica, e, determinando o cálculo da porosidade total média para todas as amostras, dado pela fórmula:

$$Pt\bar{x} = 100 (dr\bar{x} - da\bar{x})/dr\bar{x}, \text{ onde:}$$

$Pt\bar{x}$ = Porosidade total média,

$dr\bar{x}$ = densidade real média,

$da\bar{x}$ = densidade aparente média;

Encontramos o valor de 46% relativo ao valor da porosidade total para todas as amostras, segundo a fórmula acima proposta em Jorge (1986).

Os valores relativos à porosidade total das amostras analisadas e expressos nas tabelas 3 a 14 da descrição morfológica atingiram valores máximos de 57% e mínimos de 40%, com uma variação de 17% entre os extremos considerados. De acordo com Leamer and Shaw (1941) a porosidade máxima teórica é de 47,64%, na prática no entanto, os solos de textura grosseira raras vezes possuem valores abaixo de 30%, e os de textura fina raras vezes atingem valores superiores a 60% e 80%.

Considerando-se o valor médio da porosidade total avaliada de 46% para todas as amostras, temos que estas

possuem predominantemente uma condição de textura arenosa, tendo-se como limite para tal condição o valor de 50% relativo a porosidade total dos solos arenosos.

As condições texturais nas análises morfológicas evidenciam que as amostras são classificadas predominantemente como Franco-arenosas e Franco argilo-arenosas.

4.3.5. Permeabilidade

Observando-se os valores obtidos nos ensaios de laboratório, com o uso de carga variável em solo saturado, vemos que houve uma variação do coeficiente de permeabilidade (K) entre expoentes de 10^{-3} a 10^{-5} , considerando-se os quatro pontos amostrais apresentados na Fig. 12 e os quinze ensaios realizados para diferentes profundidades e camadas, como é exposto a seguir:

. 1º Ponto amostral - Perfil nº 3

camada superficial (0 a 30 cm) -3.5×10^{-4} cm/s

Zona de raízes (30 a 50 cm) -2.9×10^{-5} cm/s

camada amarelada ($\pm$ 120 cm) -9.7×10^{-5} cm/s

camada avermelhada ($\pm$ 200 cm) 2.0×10^{-5} cm/s

. 2º Ponto amostral - Perfil nº 4

camada superficial (0 a 30 cm) -4.7×10^{-4} cm/s

zona de raízes (35 a 60 cm) -2.8×10^{-5} cm/s

camada amarelada ($\pm$ 130 cm) -9.3×10^{-5} cm/s

camada avermelhada ($\pm$ 190 cm) -3.3×10^{-5} cm/s

. 3º Ponto amostral - Amostras 8.0/10.2

camada superficial (0 a 35 cm) -6.1×10^{-3} cm/s

zona de raízes (35 a 60 cm) -5.0×10^{-4} cm/s

camada amarelada ($\pm$ 140 cm) -6.0×10^{-4} cm/s

camada avermelhada ($\pm$ 190 cm) -6.3×10^{-4} cm/s

. 4º Ponto amostral - Amostra 3.0/4.2

camada superficial (0 a 25 cm) -1.2×10^{-3} cm/s

camada amarelada ($\pm$ 100 cm) -7.2×10^{-4} cm/s

camada avermelhada ($\pm$ 200 cm) -3.8×10^{-4} cm/s.

Os resultados obtidos demonstram que a camada superficial possui maior permeabilidade do que as demais. Tomando tais resultados e considerando um aspecto prático a eles, Chiossi (1979) avalia que valores cujos exponents 10^{-7} a 10^{-3} cm/s indicam que o solo considerado possui uma baixa permeabilidade.

Ainda de acordo com o referido autor, a composição dessas camadas nestes casos, poderá ser formada por areia muito fina, silte, mistura de areia, silte e argila e argilas estratificadas.

Reichard (1975) afirma que fatores como a textura, a estrutura, forma, direção e largura dos poros, fazem com que a velocidade da água no solo seja variável.

Ao considerarmos os valores analisados nas tabelas de números 5, 6, 9 e 14 como sendo representativos quanto à granulometria e demais análises realizadas para as camadas componentes dos perfis 3 e 4 e amostras avulsas 3.0 a 3.2 e 8.0 a 10.2, referentes à avaliação da permeabilidade, vemos que o predomínio da fração areia influencia na condição textural das camadas, que classificam-se entre Franco-arenosa, geralmente em superfície, e Argilo-arenosa nas camadas inferiores. Havendo ainda um decréscimo da porosidade total com o aumento da profundidade.

A situação definida pela análise anterior ressalta as informações de Reichard (op. cit) quanto à velocidade de infiltração da água no solo, em função de sua heterogeneidade. No entanto, considerando-se que a cada chuva haverá uma nova redistribuição de água no solo que alimentará a frente de saturação do mesmo, Lumb (1962, 1975) adverte que esta caracte

rística poderá fazer com que haja uma redução da resistência do solo, ocasionando os escorregamentos.

Ainda de acordo com Lumb (op. cit), os limites da frente de saturação atingem a condição de saturamento somente em faixas muito próximas à superfície. Tal fato poderá explicar em parte a superficialidade dos escorregamentos na área.

Outro ponto a ser considerado no caso, diz respeito a existência de floresta nos taludes onde ocorreram escorregamento. Trabalhos consultados avaliam tanto de forma favorável quanto não favorável, a condição de florestas nas vertentes escorregadas.

Jones (1973), avaliando os escorregamentos ocorridos em 1966, 1967 na cidade do Rio de Janeiro e na Serra das Araras afirma que o desmatamento contribuiu, dentre outros fatores, para a instabilidade das encostas na cidade. No entanto, ao avaliar os escorregamentos da Serra das Araras, o mesmo autor afirma que as encostas mais duramente afetadas pelos escorregamentos foram as de áreas florestadas.

Prandini et al (1976) fizeram uma revisão bibliográfica a respeito de autores que salientam também os fatores favoráveis e desfavoráveis quanto a existência de florestas nas encostas, e suas relações com os escorregamentos. Greenway (1984) faz uma avaliação entre a influência da vegetação sobre a estabilidade das vertentes em Hong Kong, desenvolvendo modelo de base hidrológica, considerando diferentes coberturas florestais - capim, arbustos e diferentes espécies de árvores e de seus sistemas radiculares na estabilidade das encostas.

Vale ressaltar que os resultados obtidos com uso de carga variável em laboratório, demonstrados e classifi

cados como de baixa permeabilidade anteriormente, podem segundo Lal (1981), serem totalmente diferentes dos resultados obtidos em condições de campo. Este fato nos leva a crer que as diferenças registradas entre as camadas iniciais em relação às camadas intermediárias, no que se refere à permeabilidade, sejam maiores do que as registradas, devendo haver uma capacidade de permeabilidade maior nas camadas superficiais devido ao favorecimento de uma condição textural mais arenosa, com maior condição de infiltração de água que nas camadas imediatamente inferiores - camadas intermediárias - cuja a infiltração é retardada devido principalmente a maior concentração de argila nestes horizontes, influenciando assim na diminuição da permeabilidade dos mesmos.

Tal característica em conjunto com outros fatores analisados possivelmente contribuíram para a formação de escorregamentos superficiais ocorridos na área de estudo.

4.3.6. Instabilidade Estrutural (IS)

A partir de amostras oriundas dos perfis nº 1, 2, 3 e 4, localizados na Fig. 12, foram realizados ensaios para a verificação do comportamento dos agregados do solo em suas diferentes camadas cujos resultados são expressos na Tabela 15.

Os solos da área de estudo são predominantemente formados por horizontes latossólicos e associações, que em geral apresentam uma estrutura friável e contínua, principalmente nas camadas superficiais, com a formação de pequenos agregados constituídos basicamente de quartzo, caulinita e variável quantidade de hidróxido de ferro e alumínio.

Os Índices referentes aos valores de IS demonstrados na tabela 15, a seguir, indicam uma diminuição da coesão dos agregados a partir da camada superficial, classificada como muito forte ou forte, até as camadas mais profundas classificadas como média a média fraca.

Boyer (1985) baseando-se em Henin et al (1976), nos diz que o IS, no caso de solos tropicais, podem obter valores que os classificam quanto à condição de instabilidade estrutural em:

Muito Forte-IS variando entre 0.0 e 0,60

Forte-IS entre 0,60 e 1,00

Média-IS entre 1,00 e 2,00

Média Fraca-IS entre 2.00 e 4,00

Fraca-IS entre 4,00 e 10,00

Muito Fraca-IS entre 10,00 e 50,00

De acordo com Boyer (op.cit) a matéria orgânica individualizada ou misturada com ferro é um dos fatores princi-

TABELA 15. INSTABILIDADE ESTRUTURAL HÍDRICA (IS)

Amostra	Profundi- dade (cm)	Argila + Silte	Areia Grossa x 0.9	Álcool	Benzeno	Ar	Média %	IS
Perfil 1								
C1	0-15	20	32,0	74,3	68,2	72,3	72,0	0,5 MF
C2	15-35	30	28,7	68,7	64,8	66,6	67,0	0,8 FO
C3	35-65	28	34,2	62,7	51,3	54,4	56,0	1,3 M
C4	65-110	37	27,0	61,0	55,8	57,3	58,0	1,2 M
C5	110-150	39	30,0	52,3	43,2	45,2	47,0	2,3 MFr
C6	150+	36	28,0	46,2	41,0	43,0	43,0	2,4 MFr
Perfil 2								
C1	0-17	15	33,0	86,5	78,6	84,4	83	0,3 MF
C2	17-35	28	31,6	84,0	78,0	81,3	81	0,6 MF
C3	35-60	44	22,5	72,0	63,8	69,2	68	1,0 FO
C4	60-120	51	19,5	73,6	50,3	68,2	64	1,1 M
C5	120-160	50	21,3	63,4	38,7	56,2	53	1,6 M
C6	160+	44	21,4	61,8	58,8	60,3	60	1,2 M
Perfil 3								
C1	0-12	24	44,0	93,8	85,8	89,7	90	0,5 MF
C2	12-25	34	37,0	87,8	78,0	82,4	83	0,7 FO
C3	25-75	40	30,2	80,0	71,3	75,5	76	0,9 FO
C4	75-147	44	29,0	76,0	63,4	70,5	70	1,1 M
C5	147-237	47	27,1	59,3	52,0	55,0	55	1,7 M
C6	237-280	43	28,0	59,0	50,4	55,0	55	1,6 M
C7	280+	60	12,7	63,4	50,4	56,2	57	1,4 M
Perfil 4								
C1	0-30	52	39,2	97,6	92,8	94,7	95,0	0,9 FO
C2	30-100	56	36,2	91,8	85,3	88,6	89,0	1,1 M
C3	100-250	67	29,7	86,3	79,9	84,0	83,0	1,3 M
C4	250+	45	29,0	80,4	74,6	78,8	79,0	1,0 M

Obs: MF - Muito Forte

Fo - Forte

M - Média

MFr- Média a fraca

país da formação estrutural forte nas camadas superficiais do solo. O ferro, no caso Fe_2O_3 livre, possui relação com a estrutura principalmente quando este apresenta-se com valores maiores que 2,5 a 3,0%. No caso analisado os valores de Fe_2O_3 , (ver tabela 16 da análise química a seguir) não ultrapassam 1,5%, o que nos leva a crer que em se tratando de áreas com floresta (P.N.T) a matéria orgânica será mais abundante e a sua influência sobre as condições de estabilidade das estruturas, principalmente nas primeiras camadas do solo, serão consequentemente maiores. Boyer (op. cit) salienta ainda que no período de chuvas, mais ou menos intensas, as estruturas do solo tornam-se mais instáveis.

Os índices de determinação da instabilidade estrutural sofrem críticas quanto às arbitrariedades dos métodos de avaliação da estabilidade hídrica do solo. Alguns autores, além das críticas, sugerem principalmente relações desses estudos com a influência da biomassa no aumento da estabilidade dos agregados, como afirmam Geoghegan & Brian (1948), Griffiths & Jones (1965) e Lynch (1981).

4.4. Análises Químicas

As análises químicas efetuadas não foram realizadas em todas as amostras sequências de um perfil típico - via cada horizonte - ou em sequência de amostras avulsas. Obedecendo o critério proposto para o desenvolvimento metodológico das análises, foram consideradas sempre as camadas iniciais, intermediárias e finas, representativas do ponto amostral considerado.

4.4.1. Avaliação do pH

Os valores do pH no solo podem variar em função não só da metodologia de sua determinação, como também pela condição natural da amostra considerada.

Com isso, definiu-se a determinação do pH em H_2O e KCL, utilizando-se amostras homogeneizadas do solo, via TFSA, Terra Fina Seca ao Ar, representativas de uma mesma condição granulométrica e de secamento das amostras.

Os resultados observados, considerando-se os valores médios para o pH em H_2O e KCl, foram respectivamente 4.9 e 4.7, indicando uma condição de solos ácidos, segundo Costa (1980).

Observando-se os valores de pH na tabela 16, vemos que os valores obtidos em H_2O foram superiores aos obtidos em KCl, na totalidade das amostras consideradas (pH em $H_2O >$ que KCl). Esta característica, a princípio, pode indicar um maior equilíbrio de cargas positivas e negativas do solo, ou ainda, estarem em compatibilização a teores de Óxidos de Fer

ro e de Alumínio observados nas respectivas amostras, de acordo com Gualberto et al (1987).

Apesar de não ser uma característica comum a todos os solos do Grupo B Latossólico, e talvez menos ainda em suas fases associativas, havia uma expectativa e a possibilidade de encontrarmos valores de pH mais elevados em KCl do que em H_2O . Neste caso, teríamos um indicativo de um avançado estágio de intemperização desses solos, segundo Carvalho et al (1988).

4.4.2. Variações em SiO_2 e Al_2O_3

Os minerais primários existentes no material de origem no qual se desenvolveu o solo, associam-se ao estágio de desenvolvimento do mesmo e refletem o seu grau de estabilidade frente a atuação do intemperismo e dos processos pedogenéticos que atuam em sua formação.

O amadurecimento do solo pode ser representado pelo equilíbrio da atuação do tempo e uma característica do solo, que de acordo com Oliveira (1972), baseando-se em Jenny (1941), pode ser expresso pela relação:

$$\frac{\Delta S}{\Delta T} = 0 \quad , \text{ onde:}$$

ΔS = Característica qualquer do solo

ΔT = Tempo.

Considerando-se o ataque sulfúrico e os resultados obtidos nos teores de SiO_2 e Al_2O_3 , percebemos que estes aumentavam com a profundidade - ver tabela 16 - nos perfis e

CAMADA	pH		ATAQUE SULFÚRICO			RELAÇÕES MOLECULARES			
SÍMBOLO PROFUNDIDADE	H ₂ O	KCl	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3} \times KI$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3} \times Kr$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Fe ₂ O ₃ LIVRE %
P1-CAMADA 1	5,3	4,8	10,66	11,80	2,50	1,54	1,35	7,32	0,30
P1-CAMADA 3	4,9	4,4	16,47	23,26	4,70	1,20	1,06	7,77	0,16
P1-CAMADA 5	4,8	4,3	16,72	16,75	4,40	1,32	1,32	6,70	0,37
P2-CAMADA 1	4,5	3,9	6,63	11,91	7,06	0,95	0,66	2,64	0,96
P2-CAMADA 4	5,1	4,4	10,20	20,03	11,09	0,67	0,64	2,84	1,11
P2-CAMADA 6	4,8	4,4	6,77	13,01	6,24	1,15	0,81	2,46	0,11
P3-CAMADA 1	5,2	4,5	7,66	7,93	1,70	1,65	1,45	7,32	0,32
P3-CAMADA 4	5,0	4,3	16,86	16,83	4,63	1,52	1,32	6,34	0,62
P3-CAMADA 7	4,8	4,2	22,52	10,29	9,28	1,89	1,46	3,43	0,05
P4-CAMADA 1	5,5	4,8	6,10	5,20	2,61	2,65	2,00	3,12	0,64
P4-CAMADA 3	5,0	4,5	20,80	15,30	5,90	2,31	1,85	4,07	1,10
P4-CAMADA 4	4,9	4,5	20,00	13,60	7,70	2,50	1,68	3,05	1,61
AMOSTRA 1.0	4,9	4,5	5,61	10,20	6,35	0,97	0,69	2,32	0,61
AMOSTRA 1.1	4,7	4,3	10,20	15,50	7,76	1,12	0,65	2,12	0,89
AMOSTRA 2.0	4,9	4,6	7,47	13,44	7,29	0,94	0,70	2,89	0,27
AMOSTRA 2.1	5,1	5,0	14,29	14,26	14,30	4,00	2,65	2,66	0,45
AMOSTRA 3.0	5,1	4,4	6,72	7,73	4,12	1,48	1,10	2,45	0,64
AMOSTRA 3.2	5,0	4,4	12,42	12,05	6,32	1,75	1,32	3,00	0,66
AMOSTRA 4.0	5,2	4,6	11,73	16,44	6,86	1,21	0,90	2,91	0,44
AMOSTRA 4.2	5,2	4,4	10,35	14,93	7,55	1,16	0,89	3,10	0,14
AMOSTRA 4.3	4,6	4,2	12,39	16,33	6,50	1,29	0,97	3,02	0,87
AMOSTRA 5.0	5,3	4,4	12,39	16,08	6,43	1,31	0,96	3,00	0,13
AMOSTRA 5.1	5,1	4,5	13,53	17,63	9,17	1,20	0,97	3,05	0,80
AMOSTRA 5.3	4,8	4,2	14,64	21,01	11,02	1,28	1,20	3,00	0,57
AMOSTRA 6.0	5,1	4,5	9,60	13,44	6,27	1,21	0,87	2,55	0,91
AMOSTRA 7.0	5,0	4,5	20,37	16,23	6,85	2,13	1,76	3,72	0,04
AMOSTRA 7.1	4,9	4,4	20,44	18,72	9,33	1,86	1,41	3,15	0,64
AMOSTRA 8.0	4,8	4,4	12,00	20,76	12,00	0,96	0,72	2,72	0,38
AMOSTRA 8.2	4,7	4,2	12,44	10,46	11,92	1,03	0,75	2,70	0,36

pontos amostrais analisadas. Nota-se também diferença entre estes, sendo favorável em superioridade aos índices de Al_2O_3 .

As excessões registradas no perfil 2, entre as camadas 4 e 6, e ainda especificamente relacionadas ao Alumínio (Al_2O_3) no perfil 4 entre as camadas 3 e 4, podem estar associadas a condições de textura e drenagem interna do perfil, dado que de acordo com Vieira (1975) o processo de translocação num perfil de solo é determinado principalmente pela ação da água, que possui maior condição de mobilidade interna nos perfis de textura média.

No caso do perfil 2, as camadas 4 e 6 possuem textura areno-argilosa; no perfil 4 a camada 3 é argilosa e imediatamente inferior à camada 4 que é Franco-argilosa. Estas características podem influenciar na mobilidade interna da água no perfil e conseqüentemente nos processos de adições internas ao solo, já que a evolução e o amadurecimento desses se processa também via lixiviação dos minerais mais solúveis, com acumulação dos resíduos coloidais de sílica, ferro e alumínio.

4.4.3. Relações K_i (SiO_2/Al_2O_3) e K_r (SiO_2/Fe_2O_3).

O conhecimento das características do solo que possam determinar uma possível cronologia quanto sua formação, pode ser visto nos trabalhos de Wambek (1962), Bobim e Klant (1976), Andreis (1981), Arduino et al (1985) entre outros.

A preocupação básica em geral desses trabalhos se associa à identificação dos processos que tornam possível a caracterização de um perfil ou camada de solo que indique características relativas a sua evolução.

Bunting (1972) apresenta em uma escala de mobili
dade relativa aos elementos constituintes do solo, a seguinte
relação entre eles:

$$\text{Ti} \rangle \text{Al} = \frac{\text{Fe} \rangle \text{Nb} \rangle \text{Si} \rangle \text{K} \rangle \text{Mg} \rangle \text{Na} \rangle \text{Ca} \rangle \text{S} \rangle \text{Cl}}{\text{Maior mobilidade}}$$

A idéia de atuação intempérica e pedogenética na
formação dos solos, em associação a características climáticas
pertinentes, poderá levar a uma ação de menor ou maior lixivia
ção, com retirada de minerais de maior mobilidade nos solos,
principalmente nas áreas de clima tropical.

Os valores de K_i e K_r , sendo usual o valor de
 K_i , retratam condições indicativas do estágio de intemperismo
que se encontra o perfil, ou ainda os diferentes horizontes ou
camadas que formam. Esta utilização das relações moleculares,
em especial o índice K_i , poderá ser utilizada também como parâ
metro para classificação dos solos.

Trabalhos pioneiros como de Setzer (1944), Guerra
(1952), fazem menção à relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, cujo o va
lor do quociente seria menor do que 1, como indicativo de
áreas onde existiriam solos latossólicos.

Ao observamos as relações moleculares na tabela
16, vemos que os valores de K_i variaram entre 2,65 (máximo) e
0,87 (mínimo), considerando-se todas as amostras existentes, va
riações inerentes aos perfis e aos pontos amostrais incluindo
o aumento do valor K_i com a profundidade também foram observa
dos.

Os perfis ou pontos amostrais com 3 camadas conse
cutivas, demonstram que a camada central possui valor de K_i

abaixo dos índices da camada superior e inferior. Tavares (1987) observou tais características em seus resultados, sem no entanto avaliar uma possível explicação para o mesmo.

Observando-se o quociente da relação ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) ou utilizando-se do índice ($1.70 \times \text{SiO}_2/\% \text{Al}_2\text{O}_3$), os resultados mantêm-se com as mesmas variações entre as camadas consideradas. Tais resultados parecem refletir condições da textura e da drenagem do solo nos diferentes horizontes ou camadas que o compõe.

As relações de mobilidade da SiO_2 , Al_2O_3 e do Fe_2O_3 no solo, são diferenciadas. Vieira (1975) avalia que o alumínio possui uma baixa mobilidade no perfil, enquanto a sílica (SiO_2) possui uma maior mobilidade em relação ao Al_2O_3 , e ao Fe_2O_3 . O aumento gradativo dos teores de SiO_2 com a profundidade, evidenciado na tabela 16, na maioria das amostras observadas, pode estar associado a uma ou mais fontes geradoras de SiO_2 .

Boyer (1985) afirma que no caso de áreas de florestas tipo tropical, a contribuição de SiO_2 proveniente dos detritos vegetais pode atingir 250 kg/ha/ano. Tal característica poderia ocasionar um fluxo de entrada de SiO_2 no solo que, independente dos processos de lixiviação e da mobilidade da sílica no perfil, manteria as camadas superficiais mais arenosas e lavadas, com um valor percentual de SiO_2 inferior do que as camadas intermediárias e profundas, sem no entanto atingir índices abaixo de 5%, considerando-se no caso as amostras da área de estudo.

Os valores de Al_2O_3 e Fe_2O_3 possuem menos mobilidade do que a sílica, podendo-se observar na tabela 16 que

os valores de Al_2O_3 são superiores aos de SiO_2 na maioria das amostras, entretanto, Boyer (op. cit) esclarece que no caso de solos latossólicos, onde existem poucos minerais preservados da rocha matriz, a sílica poderá prover da dissolução do quartzo cujo o coeficiente de solubilização é de 7 a 10 ppm; da decomposição de argilas do tipo caulinita; cujo o coeficiente de solubilização varia de 1 a 5 ppm; ou ainda de outras argilas da família caulinita desordenada, haloisita e metaloissita, cujo coeficiente de solubilização varia entre 15 a 20 ppm.

Apesar das possíveis diferentes fontes, a sílica coloidal liberada por um dos processos descritos anteriormente esta não irá permanecer muito tempo imóvel no solo, ela é rapidamente deslocada no perfil pelas águas de drenagem.

Verdade (1972) nos explica que as lateritas possuem valores de K_i abaixo de 1,33; nos solos lateríticos os índices de K_i variam entre 1,33 a 2,20; e, os solos não lateríticos possuem valores acima de 2,20. A partir dessa classificação teríamos para a área de estudo solos predominantemente latossólicos, havendo excessão para o perfil nº 4, que de acordo com os resultados de K_i , expostos na tabela 16, e do mapa de solos da área de estudo, trata-se de Podzólico vermelho-amarelo com associação (PV4).

Os resultados obtidos nesta fase do trabalho, referentes às análises químicas do solo, em associação às observações salientadas em trabalhos como os de Pedro (1969), indicam que as condições termohídricas desse meio e sua relação ao grau de hidrólise sobre os neoformados possibilitam a ocorrência de monossialitização decorrente de hidrólise parcial, ge

rando dessilicificação incompleta e formando argilo mineral 1:1 do tipo caulinita.

As relações decorrentes do índice Kr ($\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$) a partir dos teores obtidos no ataque sulfúrico, evidenciam um comportamento próximo aos de índice Ki, no que se refere às variações intra camadas. Tal comportamento já era esperado não apenas pela mobilidade igual ou praticamente igual entre o Ferro e o Alumínio, como também pelas variações do Ferro nas camadas consideradas.

Os valores de Ki e Kr podem em associação a informações geológicas serem utilizados como indicativos no sentido de determinarem a existência de argilo minerais do tipo 1.1 ou 2.1, cuja a aplicação para a Engenharia indicariam materiais estáveis ou instáveis na utilização principalmente em áreas de aterro ou cortes para abertura de estradas (Klant, 1989).

4.4.4. Avaliação do Fe_2O_3 e Ferro Livre

Os valores obtidos tanto para Fe_2O_3 quanto para o Ferro a partir do ataque sulfúrico podem ser considerados, em sua maioria, como baixos, menores que 9%, que seria o valor indicativo de máximo teor de ferro proposto por Tavares (1987).

Os valores médios de Fe_2O_3 observados nas amostras foi de 7,49%, e o de Fe_2O_3 livre foi 0,57%, sendo que em alguns pontos, como a camada 4 do perfil 2, e as amostras 7.1, 8.0 e 8.1 tiveram valores acima de 9%, relativos ao Fe_2O_3 .

Uma verificação mais detalhada dessas classificações evidenciam características diferenciadas quanto aos valo

res de Fe_2O_3 para os mais variados Latossolos.

Camargo et al (1987) relacionam essa variação da seguinte maneira:

- . Latossolo Férrico - Fe_2O_3 entre 18% a 40%
- . Latossolo Róseo - Fe_2O_3 entre 8% a 18%
- . Latossolo Vermelho - Amarelo - Fe_2O_3 entre 7% a 11%
- . Latossolo Amarelo - Fe_2O_3 menor que 7%
- . Latossolo Variação Una - Fe_2O_3 maior que 11%
- . Latossolo Bruno - Fe_2O_3 maior que 11%

Com o nível médio de Fe_2O_3 das amostras estimados em 7,5% o solo estudado seria enquadrado como um Latossolo vermelho amarelo, que no caso é confirmado pelo mapa de solo da área, respeitando as associações definidas. Estas associações de solo compreendem duas ou mais unidades taxonômicas associadas geograficamente em forma regular, que devem ser separadas cartograficamente devido a escala utilizada no mapeamento.

Os valores observados de Fe_2O_3 livre nas amostras coletadas na área de estudo foram baixos, mais, a variação desse índice entre os Latossolos Álicos, Vermelho-amarelo e os distróficos com variação textural entre média a argilosa, considerando valores extremos, médios e baixos apresentados por Vieira (1987), evidenciam que tais variações existem, e que uma explicação pormenorizada desses valores, requer uma análise metodológica específica e detalhada.

E' importante lembrarmos que as condições féríferas nos solos do Brasil representam grandes espaços defini

dos por diferentes unidades morfológicas de formação.

De acordo com Melfi et alii (1979), o baixo teor de ferro em alguns horizontes do solo podem estar ligados às características mineralógicas da rocha matriz, à pedogênese, a solos com diferenças texturais ou a solos jovens.

A condição do solo com horizontes relativamente pobres em ferro, de acordo com Melfi (op cit) atinge a 36,2% do território nacional.

A área de estudo é caracterizada morfologicamente por vertentes cujos processos erosivos atuam externa e internamente nos perfis via adição, lixiviação, iluviação entre camadas. A presença dos solos jovens, no caso, poderá ser um dos fatores da possível explicação dos baixos índices de Fe_2O_3 livre nos pontos analisados. Melfi salienta ainda que os valores de Fe_2O_3 entre 5 a 25% englobam vários solos existentes no país, em particular os ferralsolos, que constituem a unidade mais comum no Brasil representado no caso da área de estudo pelos Latossolos existentes.

As variações dos índices de Fe_2O_3 , em geral menos elevados nas camadas iniciais, aumentando com a profundidade, podem ser observados na tabela 16. Tal característica, de acordo com Tavares (1987) e Vieira (1987), é resultado da formação de compostos orgânicos de superfície, que reduzem o ferro formando complexos que tendem a migrar.

Observamos que as amostras coletadas nas camadas mais profundas - amostras: 4.0 a 4.3, 5.0 a 5.3 além da 8.0 e 8.1 - possuem diferenças muito pouco significativas entre si em relação ao Fe_2O_3 , quando comparadas às camadas de superfície, onde observa-se maior variação.

Quanto à relação Al_2O_3/Fe_2O_3 , os resultados obtidos variam entre 7.8 (máximo) a 2,5 (mínimo), que de acordo com Vieira (op Cit) são valores normais para os solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelhos.

4.5. Análises Mineralógicas

4.5.1. Identificação dos Argilo Minerais

As análises relativas à fração argila das cama das selecionadas, incluindo a fração silte das amostras mais profundas, evidenciaram uma grande homogeneidade dos argilo-mi-nerais predominantes e identificados pela difração de Raios X.

A caulinita com equidistância unitária a $7.1^{\circ} \text{ \AA}$, a gibbsita em $4.37^{\circ} \text{ \AA}$, a goethita a $4.17^{\circ} \text{ \AA}$ e o quartzo a $3.33^{\circ} \text{ \AA}$ são comuns a todas as amostras analisadas. Picos em $10.4^{\circ} \text{ \AA}$ e $12.7^{\circ} \text{ \AA}$ aparecem na fração argila e silte de amostra 2.1; nas fração silte da amostra 5.3 e nas frações argila e Silte das Amostras 6.0 e 7.1, evidenciando a existência de minerais tipo 2.1, Fig. 40, 43, 44 e 45.

Neste caso, foi selecionada uma amostra represen-tativa de tal característica, na qual foram realizados trata-tamentos químicos para determinação dos argilo-minerais tipo 2.1 existentes.

4.5.2. Indentificação e Avaliação dos Argilo-Minerais nos Solos da Vertente Sul do Maciço da Tijuca.

Os perfis 2 e 3, além das amostras 1.0 e 1.1, 2.0 e 2.1, 3.0 a 3.2, 4.0 a 4.3, 5.0 a 5.3 e 6.0, respectivamente Fig. 36 a 44, apresentam gibbsita com maior amplitude de re-reflexão dos picos do que a caulinita, que predomina nas demais amostras.

De acordo com Brindley (1961) a altura dos picos não significa somente quantidade de matéria difratora, comotamam

bém o grau de cristalinidade e orientação das partículas na montagem.

A caulinita segundo Patrick (1984) é um argilo mineral comum e simples, formado por uma lâmina de hidróxido de alumínio e outra de tetraedros de sílica que se ligam entre si pelos átomos de oxigênio que têm em comum; cada camada unitária tem uma espessura de $7 \text{ \AA}$ aproximadamente. Este argilomineral está presente em todas as amostras avaliadas para a área de estudo, sendo o mesmo não expansivo, com uma estrutura do tipo 1.1.

A presença de gibbsita nas camadas de solo avaliadas, juntamente com a caulinita, é vista normalmente como um indicativo de um estágio avançado de alteração.

Tavares (1987) avaliou que o predomínio de caulinita e gibbsita em solos de vertentes no município de Petrópolis-RJ, evidenciavam uma caracterização importante quanto à estabilidade das mesmas, uma vez que o manto formado pelos horizontes A+B, com argilominerais predominantes não expansivos, iria proteger o horizonte C subjacente que possui características texturais mais sujeitas à erosão direta pelas águas.

A formação da gibbsita é avaliada predominante pela relação com as áreas de alta pluviosidade onde ocorrerá a lavagem do perfil com a remoção acentuada da sílica, Tavares (op cit), Rodrigues e Silva (1985), Mc Craken (1971) entre outros.

Observações ⁽³⁾ efetuadas na parte Norte do Maciço da Tijuca, especificamente no alto curso do Rio Cachoeira,

(3) Informação pessoal obtida junto ao pesquisador Reiner Olíbaro Rosas do PRG/UFRJ.

demonstraram uma situação mineralógica das amostras de solos avaliadas, apresentando predominantemente os picos de caulinita sem a presença de gibbsita, ou com reflexão de pequenos picos da mesma.

Avaliando-se as duas áreas - Vale da Vista Chinesa e alto curso do Rio Cachoeira - temos para a primeira, que engloba a Vista Chinesa, Mesa do Imperador (divisor natural das bacias) além de toda a área da bacia do rio dos Macacos, localizadas em vertentes voltadas para o mar, a influência de chuvas orográficas que atuam predominantemente nas vertentes que se limitam à Mesa do Imperador, não ultrapassando o divisor para as áreas mais interiorizadas do P.N.T, incluindo áreas do alto curso Cachoeira.

Avaliações diferenciadas quanto à formação da gibbsita aparecem na literatura. Novikoff (1974) nos diz que a gibbsita pode-se ressilificar em caulinita. Análises de material intemperizado, via microscópio óptico, demonstraram que locais onde existia a gibbsita foram substituídos por caulinita.

Pedro (1964) informa que a passagem entre caulinita e gibbsita é viável, mas extremamente lenta. Cerri (1979) avaliando alterações graníticas em diferentes áreas bioclimáticas menciona que a caulinita está presente em todas as camadas alteradas do granito que conserva a estrutura original da rocha, e se associa à gibbsita tanto em condições de clima quente e úmido, como em clima sub-quente e sub-úmido.

Os valores de Ki obtidos na análise química das amostras (ataque sulfúrico) com valores inferiores a 2.0, indicam a presença de processos de laterização. Segundo SNLCS/

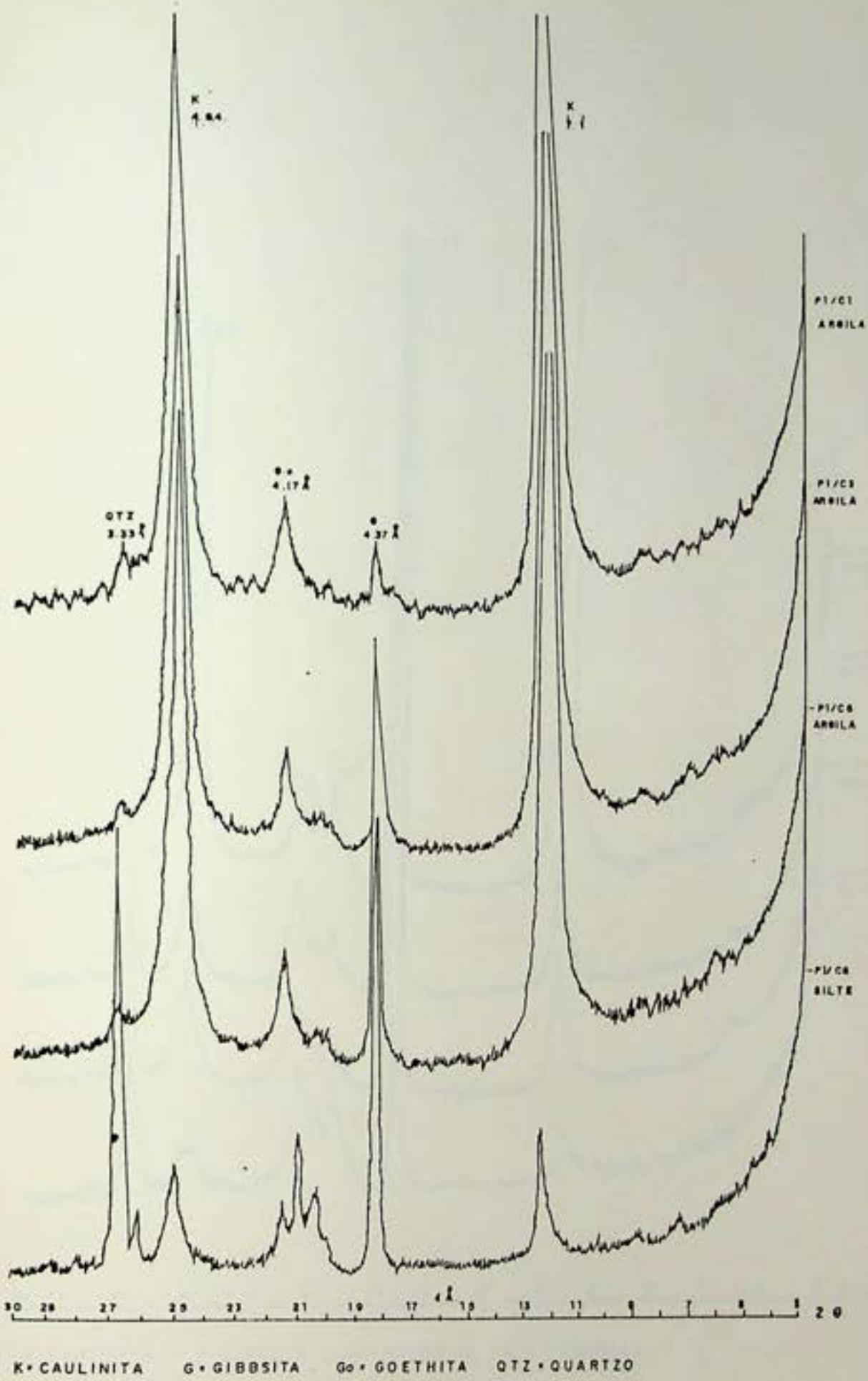


Fig. 35 - Difratoograma do Perfil 1.

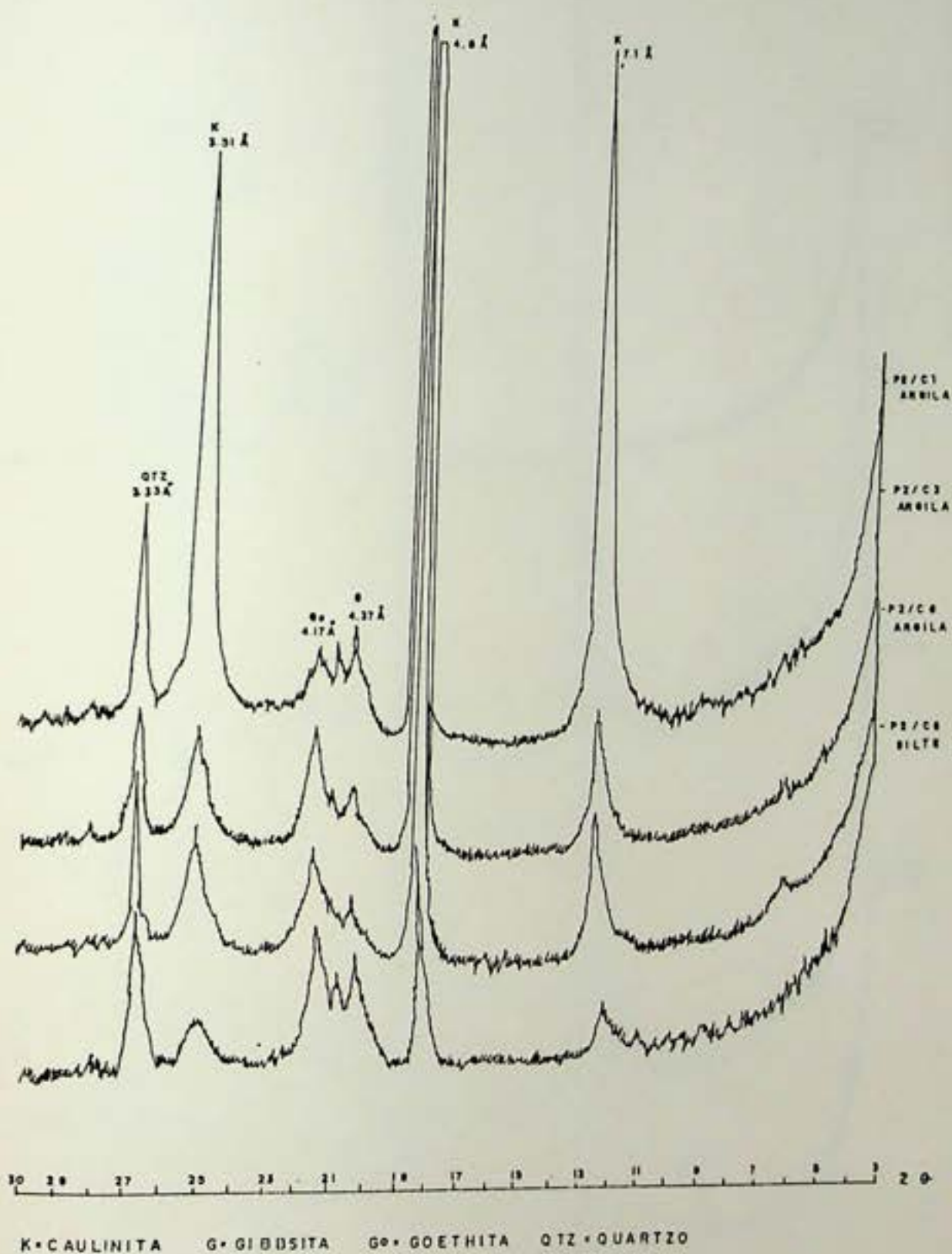


Fig. 36 - Difratoograma do Perfil 2.

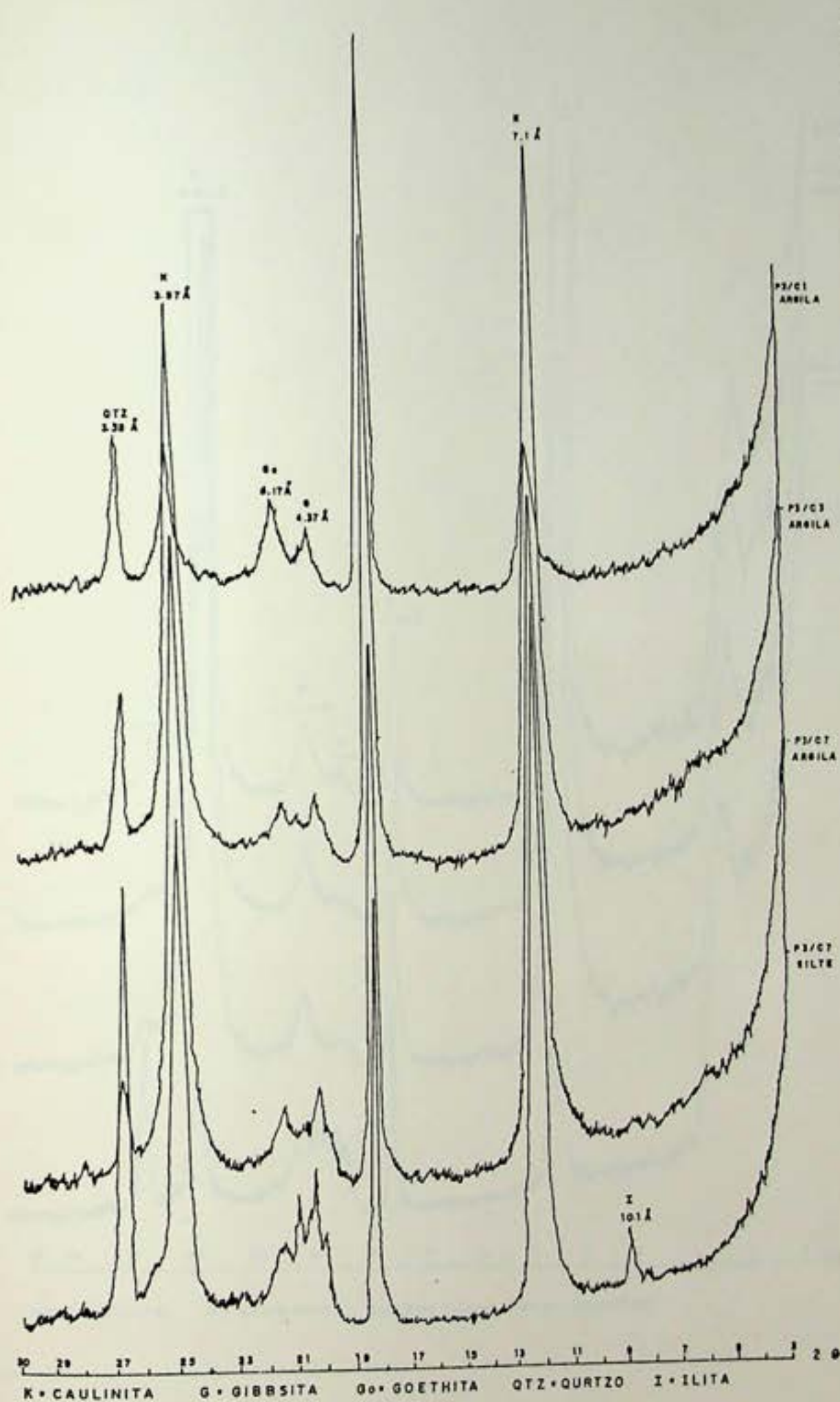


Fig. 37 - Difratoograma do Perfil 3.

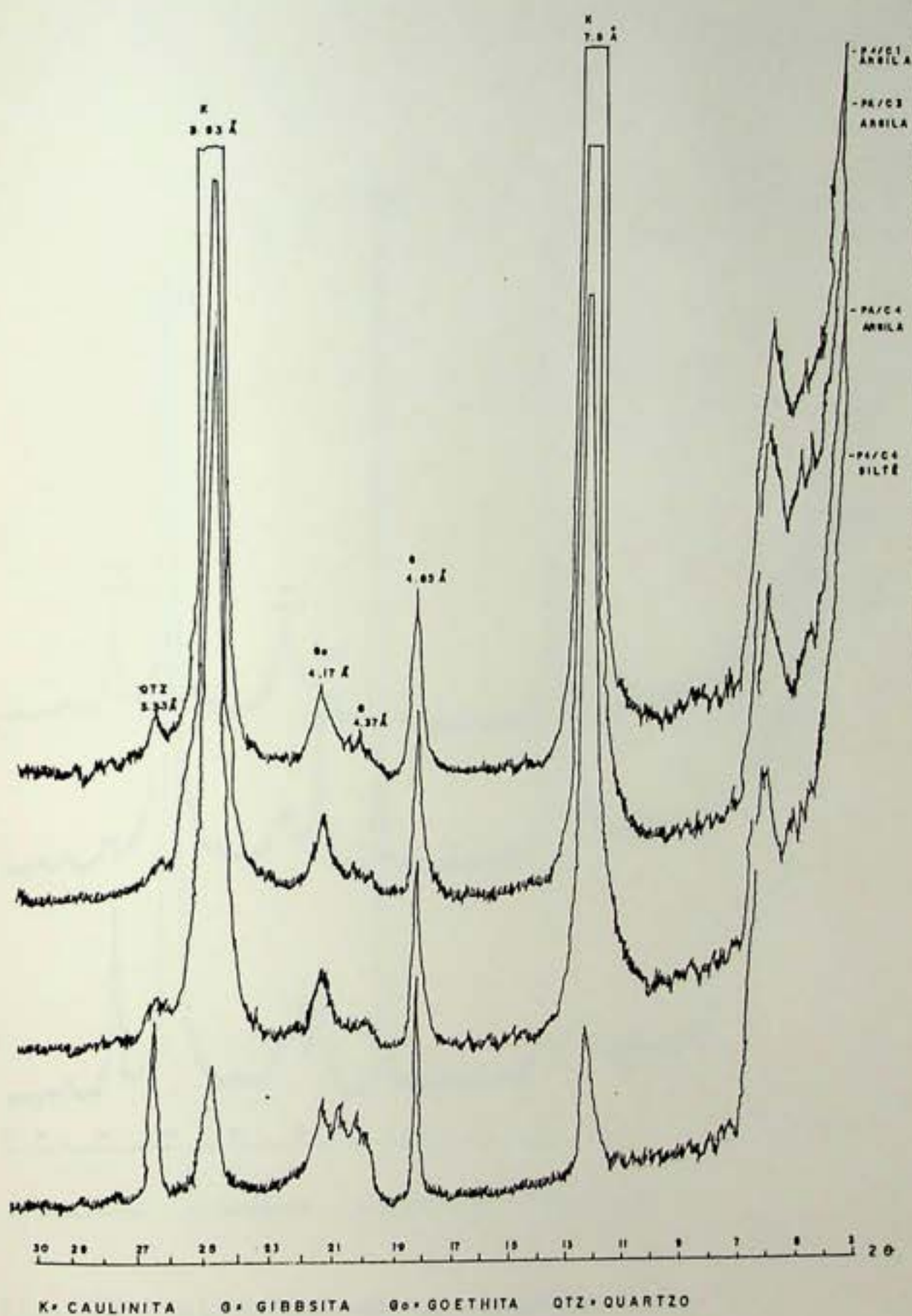
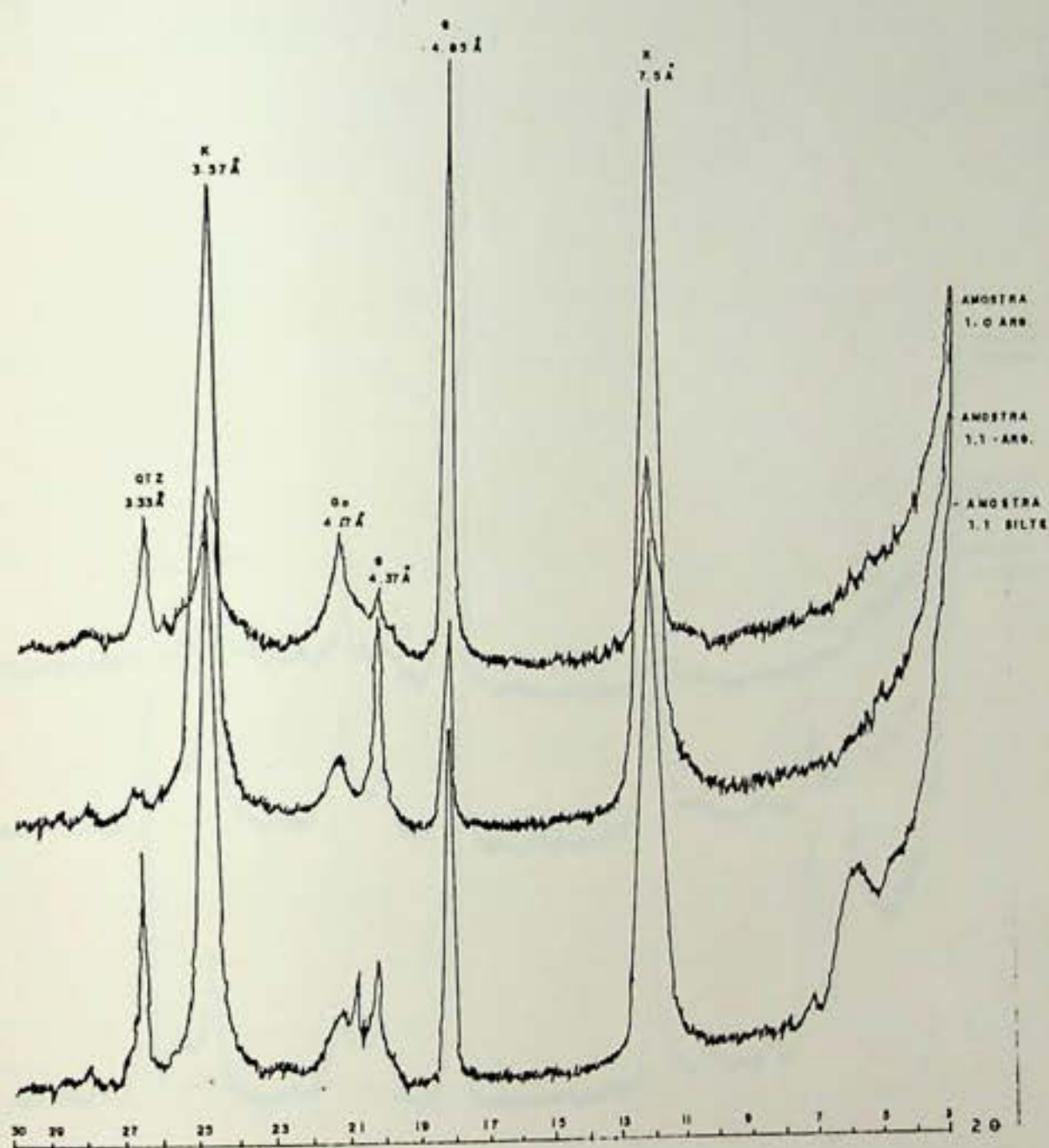


Fig. 38 - Difratoograma do Perfil 4.



K • CAULINITA G • GIBBSITA Go • GOETHITA QTZ • QUARTZO

Fig. 39 - Difratoograma nas amostras 1.0 e 1.1.

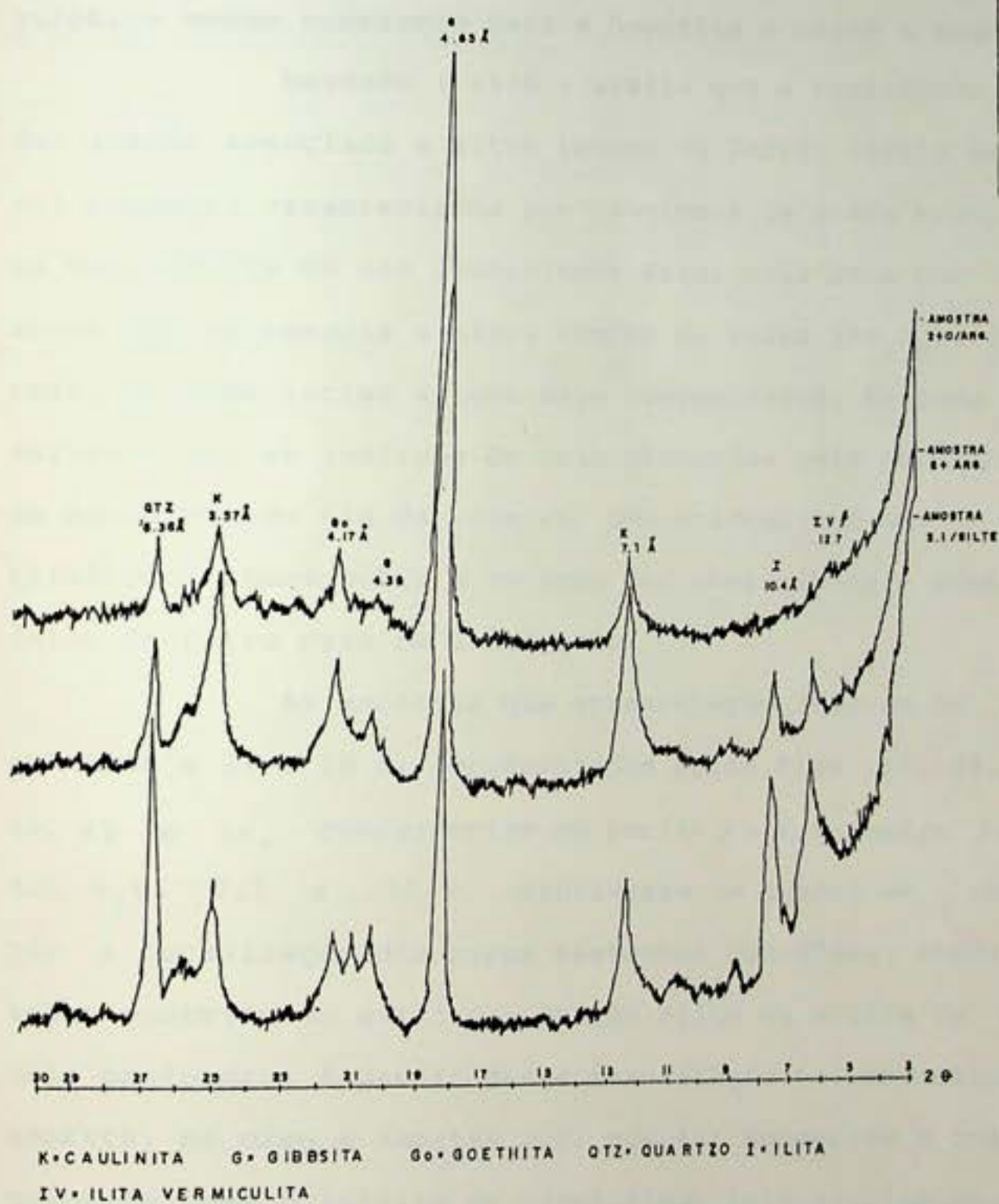


Fig. 40 - Difratoograma das Amostras 2.0 e 2.1.

EMBRAPA (1981), esta característica em solos é um indicativo da existência de argilo minerais do tipo caulinita e/ou gibbsita, considerando-se o amadurecimento desses solos.

Kampf e Klant (1984) afirmam que a goethita relaciona-se aos principais óxidos de ferro existentes nos latos solos, o mesmo ocorrendo para a hematita e mesmo a magnetita.

Rezende (1976) avalia que a tonalidade amarelada, quando associada a altos teores de ferro, indica uma possível anomalia caracterizada por problemas de ordem bioclimática ou topográfica de uma determinada área, pois esta cor normalmente não se associa a altos teores de ferro (Fe_2O_3), que no caso, se associariam a tons mais avermelhados. Rezende (1982) salienta que as análises de solo efetuadas pelo SNLCS/EMBRAPA no município do Rio de Janeiro, têm evidenciado que fatores climáticos atuam sobre a relação cor avermelhada e conteúdo de óxido de ferro para os latossolos.

As amostras que apresentaram valores de picos próximos a 14 e 10 Å, representados pelas Figs. 37, 38, 40, 43, 44, 45 e 46, concernentes aos perfis 3 e 4, e Amostra 2.0, 21, 5.3, 6.0, 7.1 e 10.3, mantiveram um quadro de configuração e localização dos picos bastantes homogêneo, sendo que estes ocorriam em geral na fração silte ou argila de camadas mais profundas. A partir dessa constatação foi selecionada uma amostra, no caso a Amostra 2.1, que foi submetida a tratamentos químicos como o intuito de classificar tais argilominerais.

A amostra 2.1 desferrificada e a princípio saturada com Mg e glicolada, apresentou picos em 14.35 Å (vermiculita) 12.36 Å (Ilita-vermiculita, interestratificada de acordo com Brindley, 1980) e a 9.97 Å (Ilita).

Posteriormente, baseando-se em Antonello et alii (1984), a referida amostra foi saturada com Potássio (K) e aquecida a 25° , 150° , 350° e 550° C. Os resultados expressos sequencialmente em montagem do difratograma da Fig. 47, indica a migração dos picos próximos de $14 \text{ \AA}$ para $10 \text{ \AA}$, que segundo os autores, baseando-se ainda em Rich (1968), configura a redução do espaço basal, devido a presença de hidroxila interlamenar, que em geral liga-se ao alumínio.

A partir desses resultados concluiu-se sobre a presença de hidroxila interlamenar nas amostras, que para o caso dos latossolos confirma-se a existência da mesma como demonstrado nos trabalhos de Tavares (1987) e Antonello et alii (1984).

Admite-se a nível de gênese que a vermiculita pode ser produto da biotita presente na amostra, segundo Be soin Y Gonzáles (1977), ou, ser um produto da alteração da mica, segundo Jackson (1948, 1957, 1964).

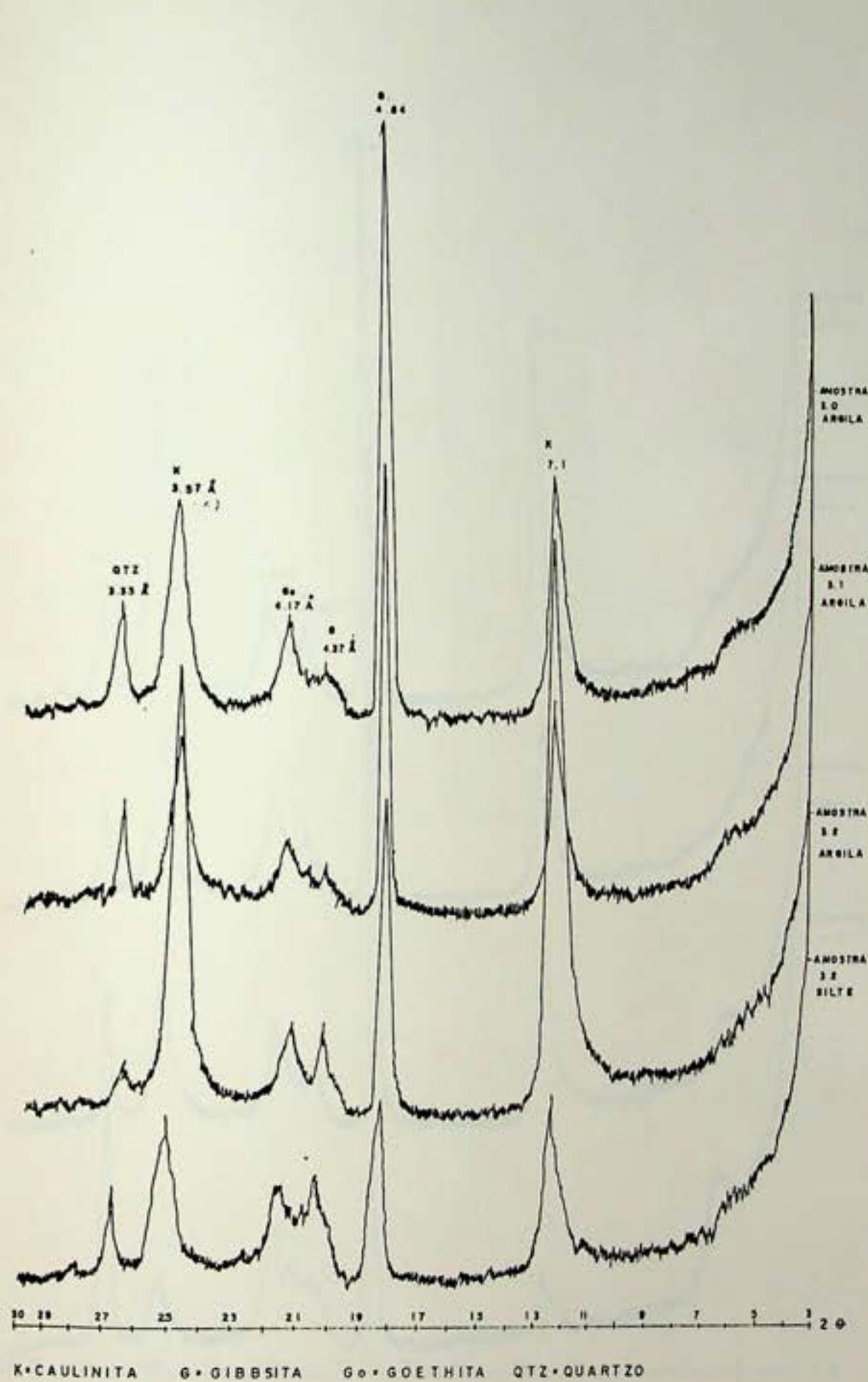


Fig. 41 - Difratoograma das Amostras 3.0, 3.1 e 3.2.

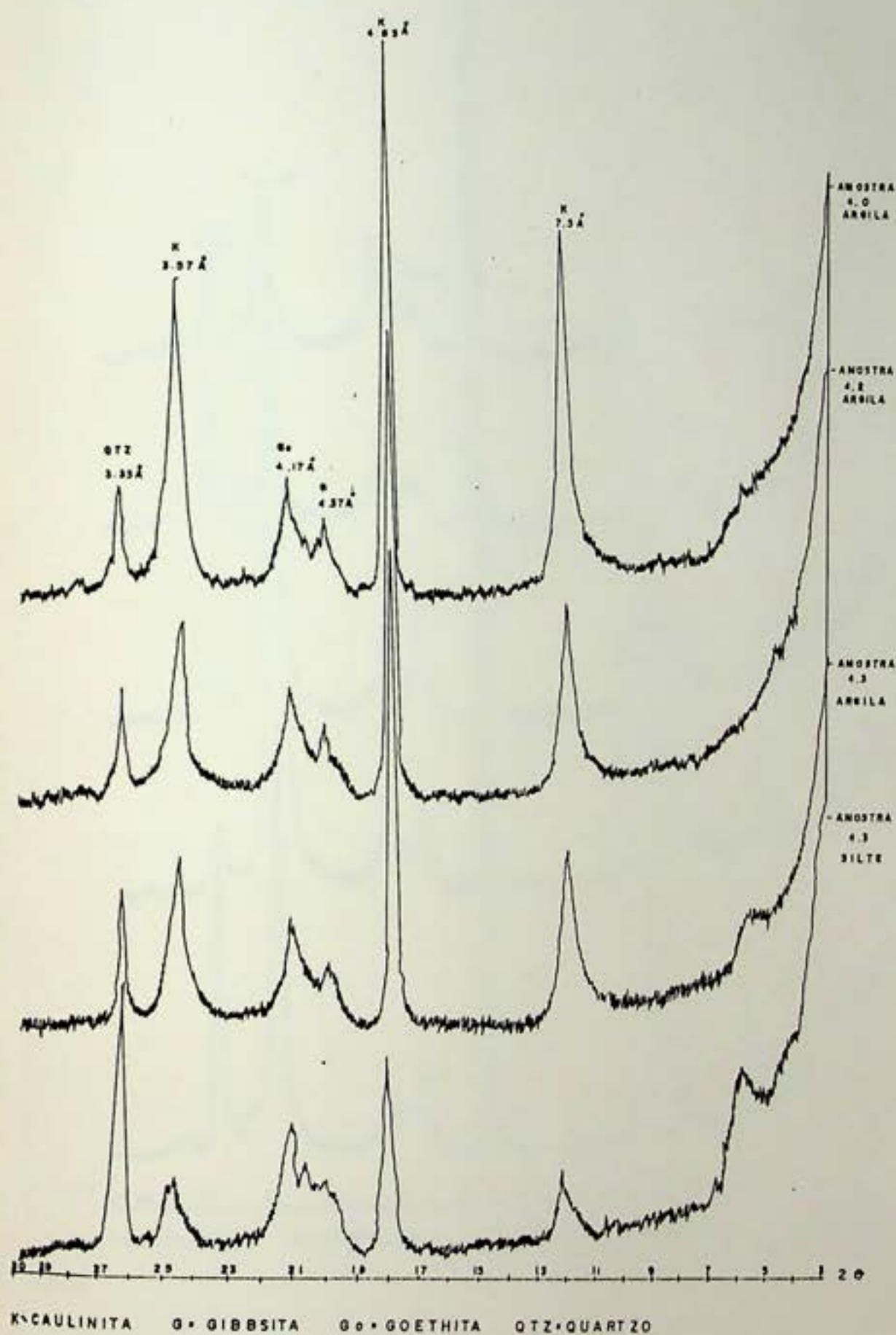


Fig. 42 - Difratoograma das Amostras 4.0, 4.2 e 4.3.

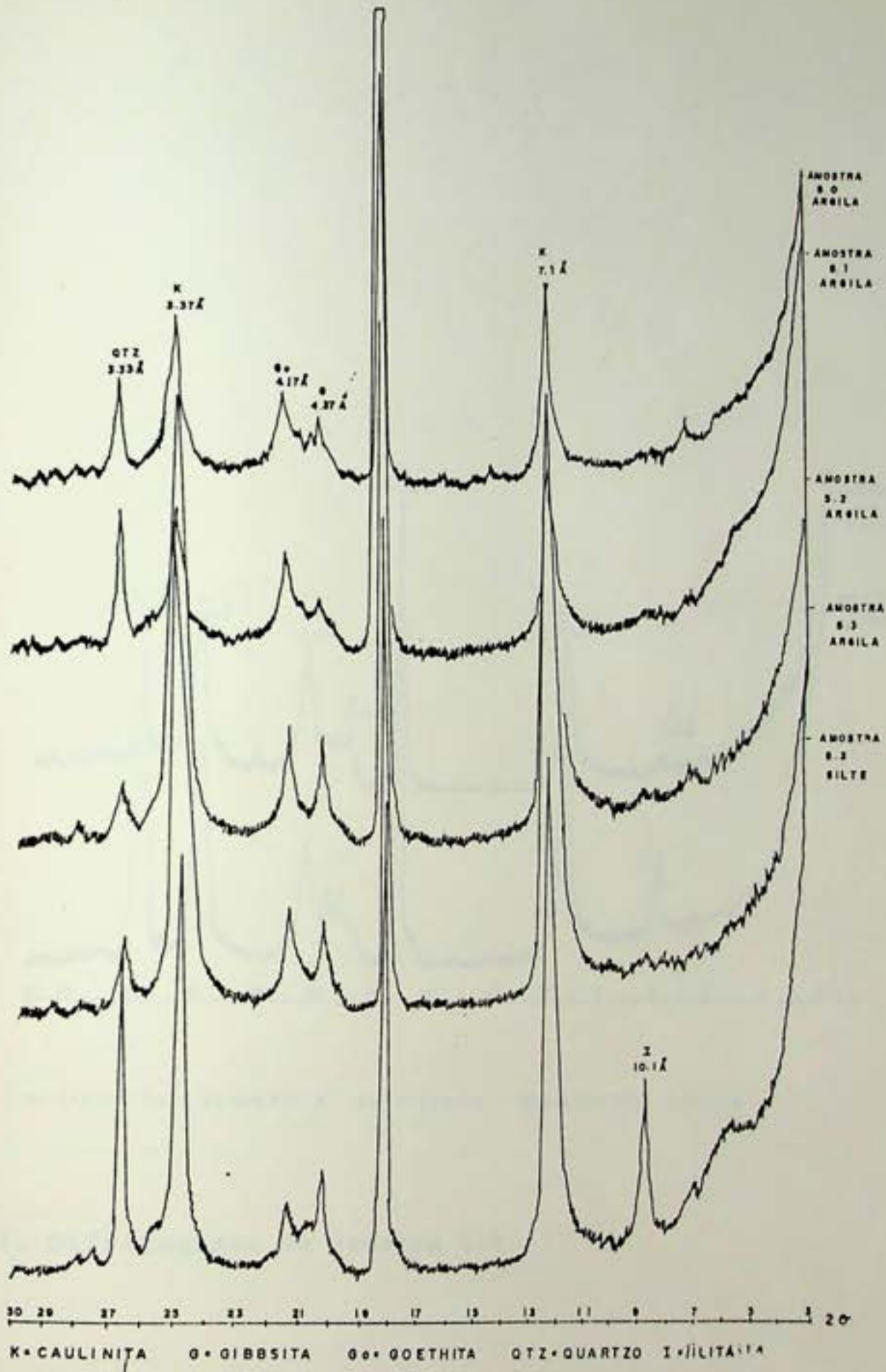


Fig. 43 - Difratograma das Amostras 5.0, 5.1, 5.2 e 5.3.

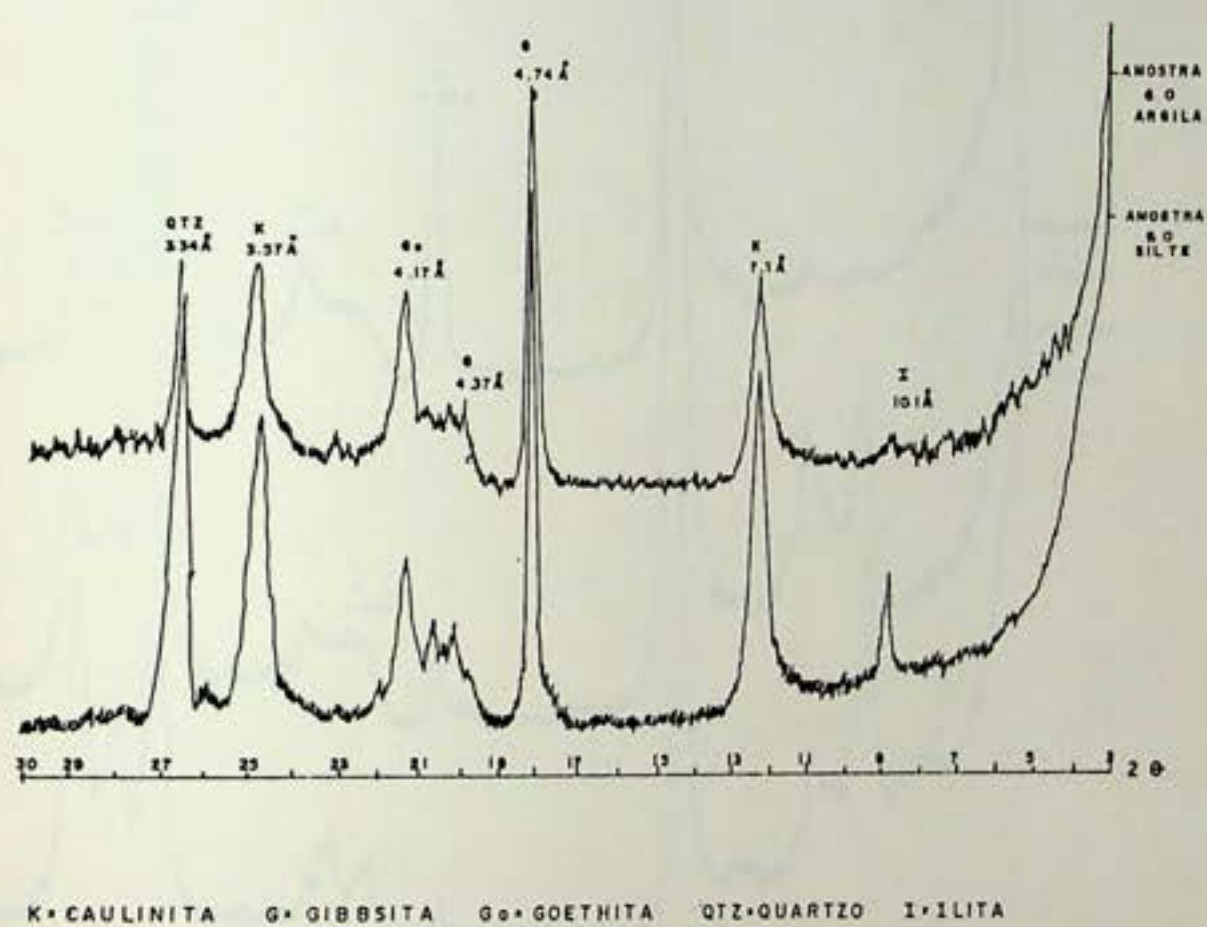


Fig. 44. Difrátograma da amostra 6.0.

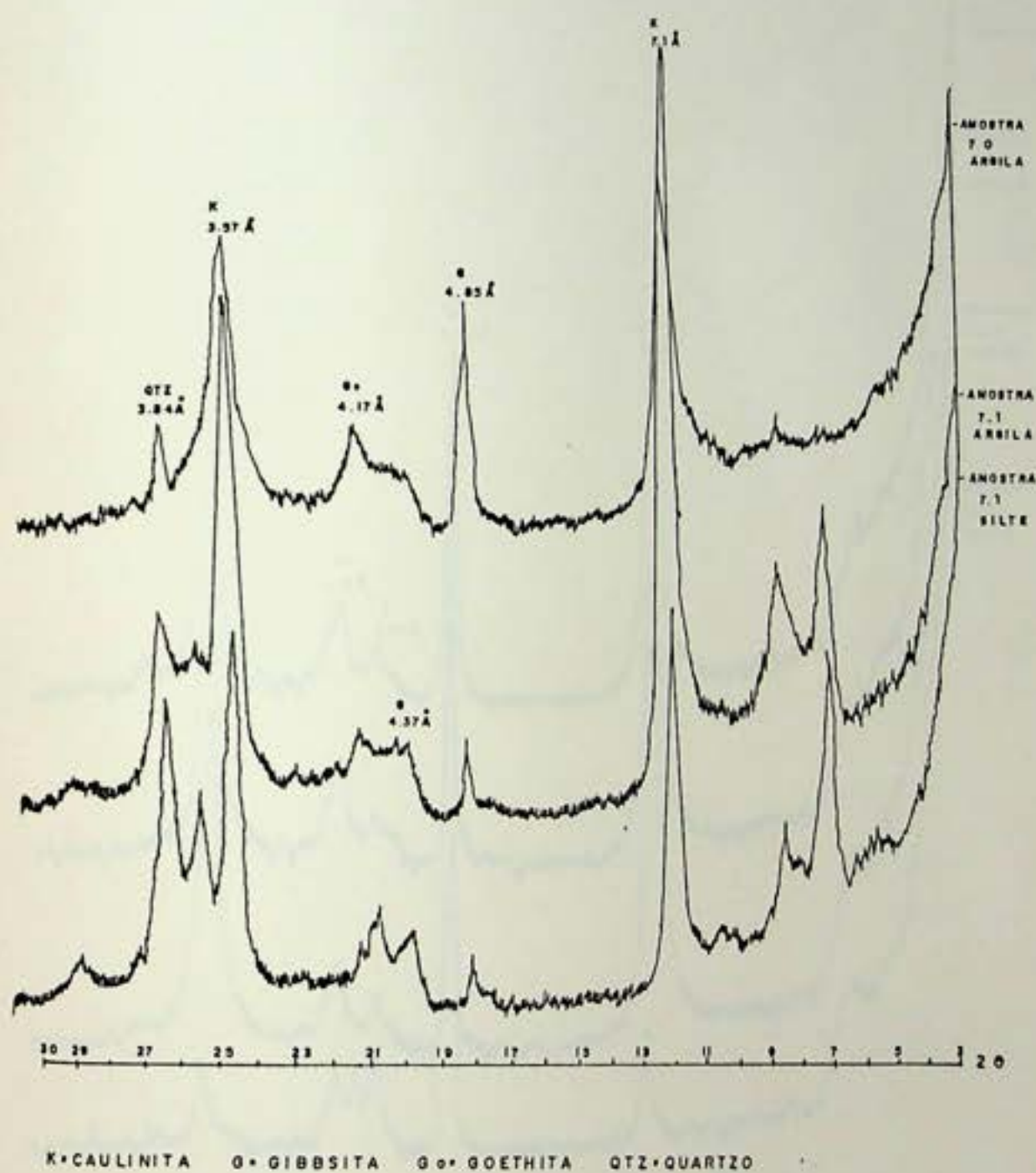


Fig. 45 - Difratoograma das Amostras 7.0 e 7.1.

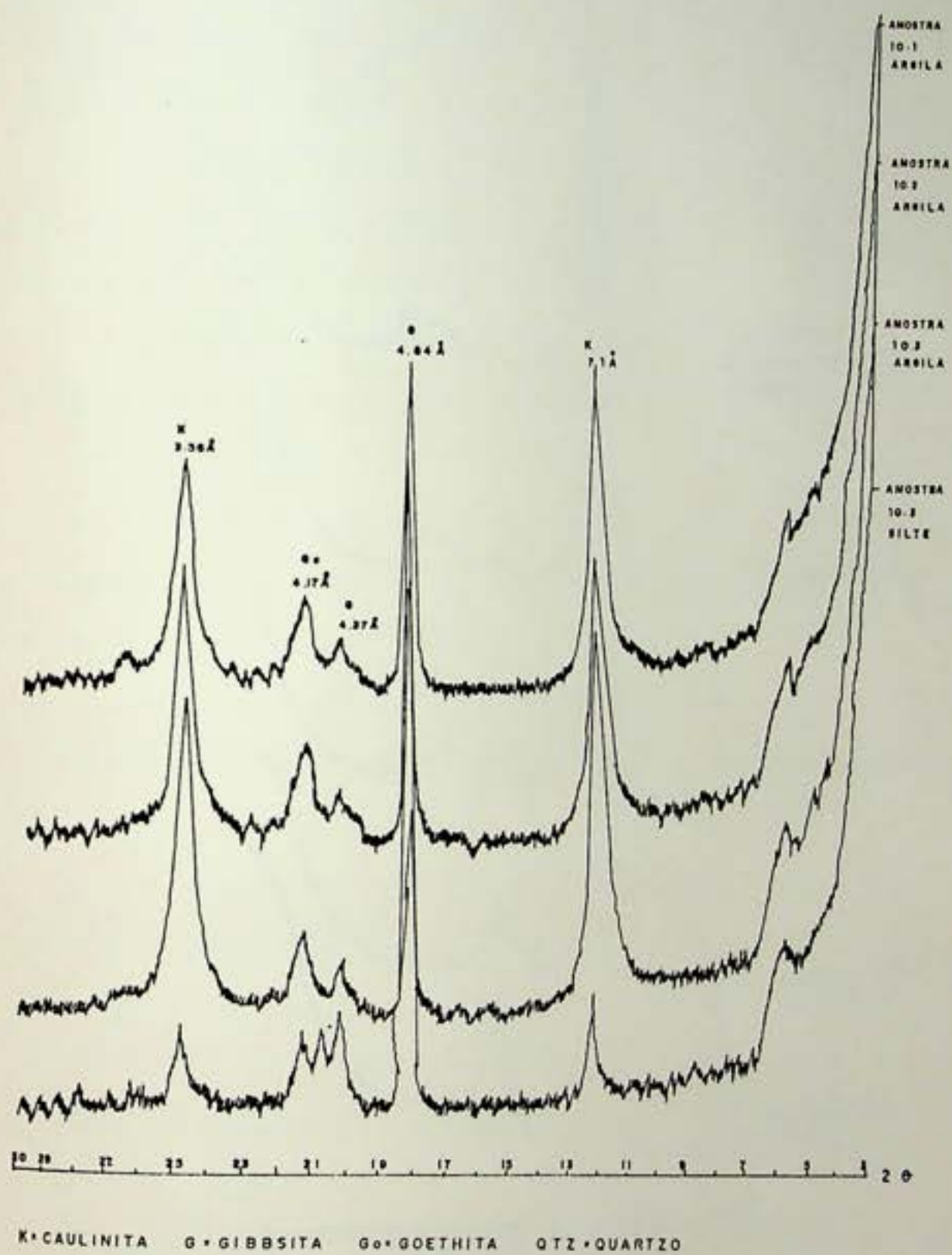


Fig. 46 - Difratoograma das Amostras 10.1, 10.2 e 10.3.

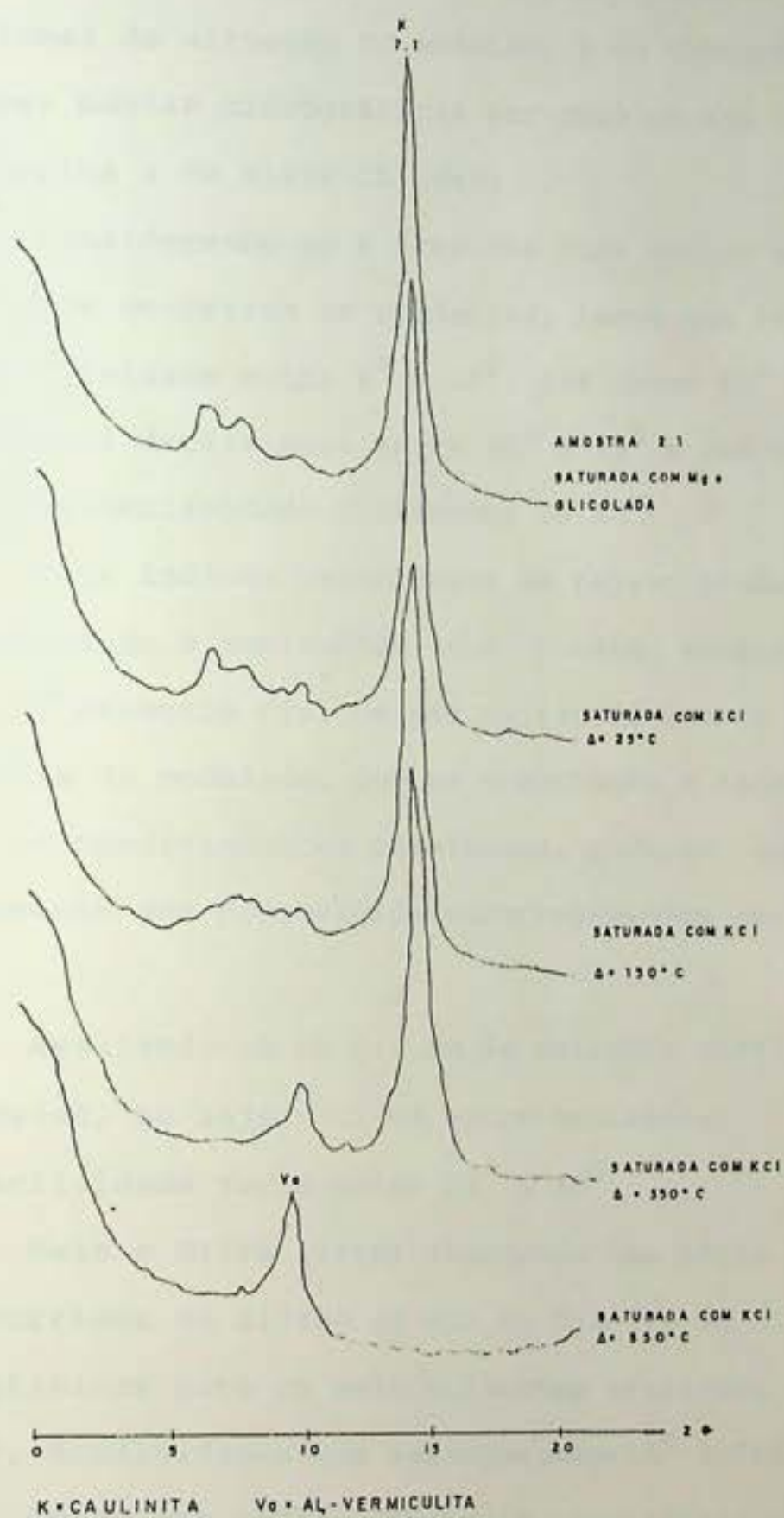


Fig. 47 - Difratoqramada Amostra 2.1, com tratamento.

4.6. Declividade e suas Relações com a Área de Estado

O mapa de declividade, Fig. 48, permite uma visualização global da situação do modelado e da topografia existentes nas duas bacias hidrográficas por onde passam as estradas Dona Castorina e da Vista Chinesa.

Considerando-se a área das duas bacias ao longo das estradas onde ocorreram os acidentes, temos que 8% dessa área possui declividade entre 0° e 10° ; 18% entre 10° e 25° , 25% da área possui declividade entre 25° e 45° e 22% corresponde às áreas cuja declividade ultrapassa os 45° .

Tais índices representam um relevo predominante-mente forte ondulado e montanhoso, com pontos escarpados. Considerando-se os aspectos físicos das vertentes tem-se uma condição de energia do modelado, que em associação a fatores dinâmicos como os condicionantes climáticos, puderam contribuir no desencadeamento dos processos de escorregamentos nas vertentes.

Avaliando-se os 9.5 km de estradas analisados, temos que 80% delas, ou seja, 7.5 km aproximadamente, cortam áreas cuja declividade varia entre 25° e 45° .

Meis e Silva (1968) estudando uma série de escorregamentos ocorridos na cidade do Rio de Janeiro no período 1966/1967, definiram para os seis acidentes avaliados no referido trabalho, declividades que variavam entre 15° (mínima) a 45° (máxima), sendo que todos estes acidentes relacionavam-se a cortes de ruas e estradas existentes nos pontos onde houveram escorregamentos.

Meis e Silva (op cit) salientaram ainda que as

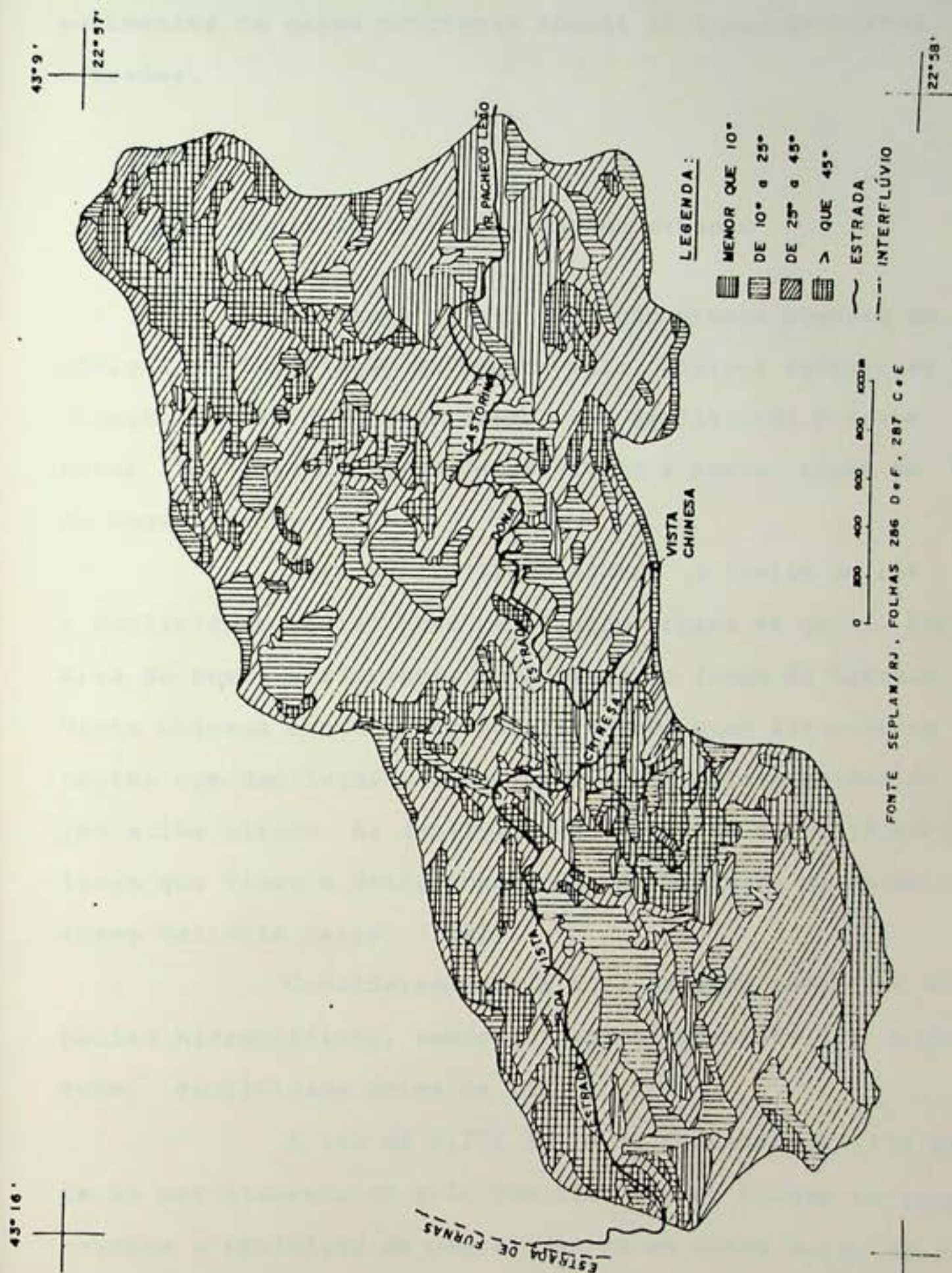


Fig. 48 - Mapa de Declividade das Bacias Hidrográficas do Rio dos Macacos e Córrego Alegre.

áreas protegidas por denso manto florestal foram pouco atingidas, a exemplo do Maciço da Tijuca e Serra dos Órgãos, onde os movimentos de massa ocorreram apenas ao longo de cortes de estradas.

4.6.1. Declividade e implicações urbanas

As fases de planificação urbana prevêm em seus códigos de legislação do uso do solo, tópicos referentes à utilização ou não de certas áreas cuja declividade é vista como fator limitante ou mesmo de restrição a certos tipos de obras de Engenharia.

Hofmann (1976) considera o limite de 15% como a declividade máxima para utilização urbana em geral. Fora da área de Reserva Florestal, mas ainda ao longo da Estrada da Vista Chinesa encontramos várias residências situadas em vertentes com declividade superior aos 15% estabelecidos no trabalho acima citado. As declividades entre 15% e 30% já exigem análises que visem a determinação da estabilidade da encosta, conforme salienta Cabral (1983).

Considerando-se a área mapeada referente às duas bacias hidrográficas, vemos que aproximadamente 85% destas possuem declividade acima de 15%.

A lei nº 6.776 de 19 de dezembro de 1979 referente ao parcelamento do solo com fins ao uso urbano em geral, determina a proibição de parcelamentos em cotas acima de 30% de declividade, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes.

Apesar das proibições existentes, a questão da

valorização de certas áreas em zonas privilegiadas do espaço urbano carioca, faz com que hajam constantes intervenções antrópicas em meios instáveis como no caso das vertentes, principalmente na Zona Sul do antigo estado da Guanabara.

4.7. Restituição da Drenagem das Bacias dos Rios dos Macacos e Córrego Alegre.

A partir dos mapas topográficos/planialtimétricos na escala de 1:10.000 da Secplan- RJ, especificados na metodologia, foi possível realizarmos a restituição da drenagem das áreas internas das bacias hidrográficas dos rios dos Macacos e Córrego Alegre, que abrangem toda a extensão das áreas estudadas situadas ao longo das estradas Dona Castorina e Vista Chinesa no P.N.T.

O mapa da restituição da drenagem, Fig. 49, demonstra que esta é formada principalmente por canais intermitentes cuja distribuição espacial abrange todo o alto curso das bacias dos rios acima citados. As informações obtidas a partir de elaboração do mapa em associação a observações de campo, evidenciaram que a obstrução dos canais intermitentes pelo corte do talude onde passam as estradas, influencia principalmente no período do verão, o fluxo normal do escoamento natural das águas de superfície pois além das mudanças de direção do fluxo, modificam também as condições de infiltração da água no solo dado os aterros realizados, principalmente à jusante do corte das estradas, no sentido da continuidade da vertente.

Salientamos no mapa, que onze acidentes dos quarenta existentes, estiveram associados espacialmente a pontos onde haviam interrupções da drenagem pelo corte do talude onde passavam as estradas. Ou seja, aproximadamente 28% dos acidentes ocorridos na área de estudo associavam-se a pontos onde, ao menos no período de verão, havia passagem de água superficial mais concentrada.

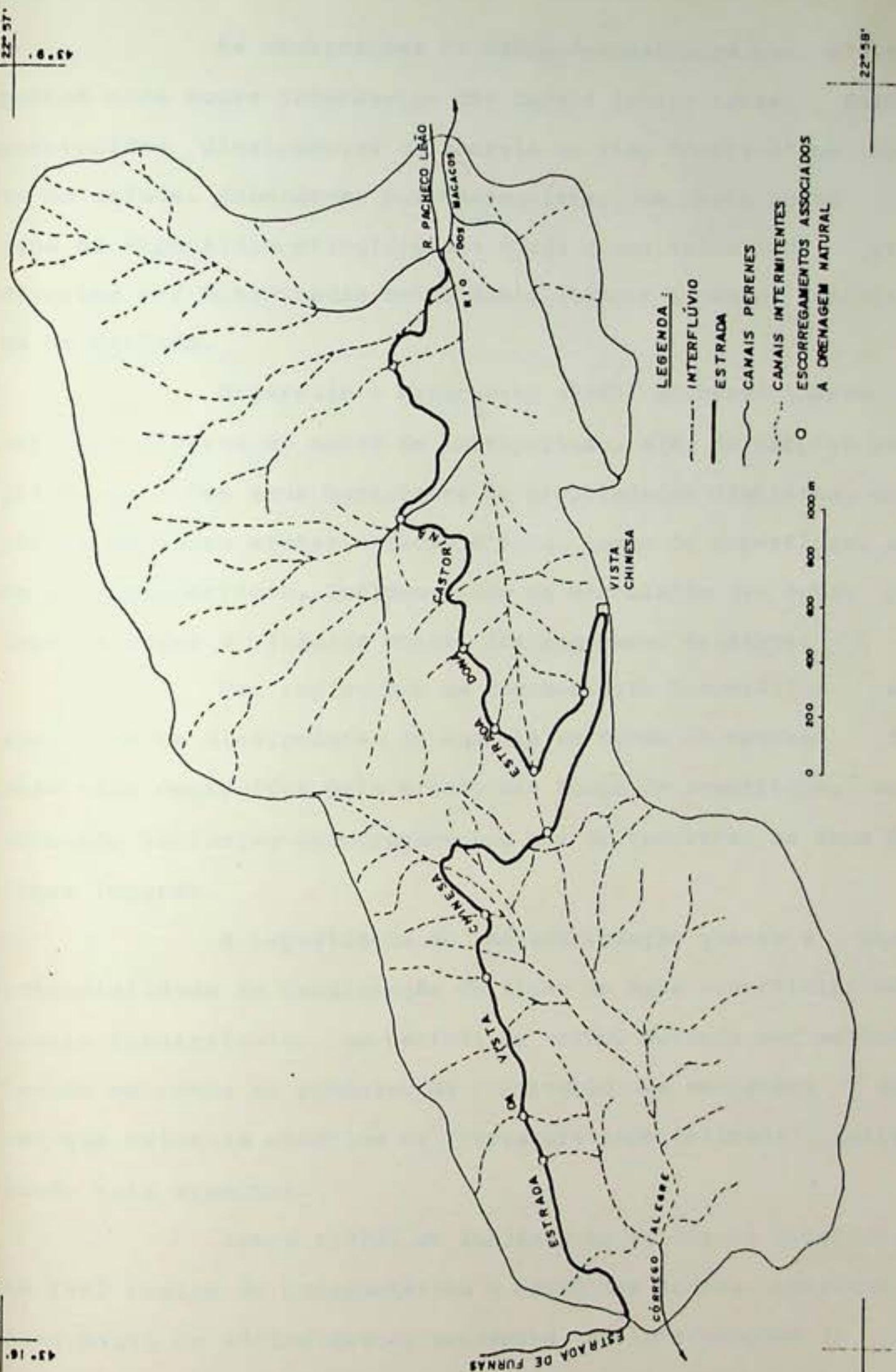


Fig. 49 Mapa da Restituição da Drenagem.

As observações de campo demonstraram que alguns pontos onde houve interrupção dos canais intermitentes foram construídos dissipadores de energia do tipo "degraus" no corte do talude, sabendo-se por conseguinte, que neste ponto a água de superfície atingiria uma vazão e uma velocidade que deveriam ser minimizadas antes desta atingir a camada asfáltica da estrada.

Bigarella e Mazuchwski (1985) advertem quanto à natureza diversa do manto de intemperismo, além do próprio perfil do solo com seus horizontes de propriedades distintas, que por si só podem afetar o fluxo d'água, tanto de superfície, como de subsuperfície, influenciando na circulação das águas podendo alterar a dinâmica normal dos processos erosivos.

Foi registrado em documentação fotográfica, em anexo, que os dissipadores de energia em forma de degrau, tinham sido destruídos pela erosão das águas de superfície, ocasionando inclusive escorregamentos que os removeram de seus antigos lugares.

A importância de uma averiguação quanto a real potencialidade de canalização do fluxo de água superficial nos canais intermitentes, no período de verão, deveria ser melhor levada em conta no processo de construção das estradas, uma vez que existiam exemplos na literatura especializada salientando tais aspectos.

Jones (1973) ao analisar os acidentes ocorridos em 1967 região de Caraguatatuba e Serra das Araras, atribuiu como causa de vários destes acidentes, as interrupções da drenagem natural. Os trabalhos de Soares et al (1975) e Ponçano et al (1976) relacionam também como uma das causas dos escor

regamentos ocorridos na Serra de Maranguape, no estado do Ceará, em abril de 1974, a atuação antrópica afetando o sistema natural de drenagem da área.

No que se refere às obstruções naturais desses canais através de deslocamento de matacões e quedas de árvores na linha de drenagem, observamos que na sua maioria estas não se associavam diretamente ao corte do talude das estradas. Sua ocorrência dava-se mais a montante, onde observa-se em alguns pontos, a existência de blocos soltos no interior ou lado dos canais, em associação à presença de litossolos rasos, onde árvores de porte médio a grande chegaram a cair, ou encontravam-se em estado crítico de equilíbrio, em função da superficialidade de suas raízes e a pouca profundidade do solo local.

4.8. Precipitação na Área de Estudo

4.8.1. Avaliação do Período 1976/1988

Os índices pluviométricos avaliados para a área de estudo referem-se aos dados obtidos no posto da "Capela Mayrink", no P.N.T, situado nas coordenadas 22° 57' 28" S e 43° 16' 40" W.

A avaliação de precipitação para um período de 13 anos, com ênfase aos grupamentos distributivos de valores acumulados mensais e anuais, são representados na Fig. 50

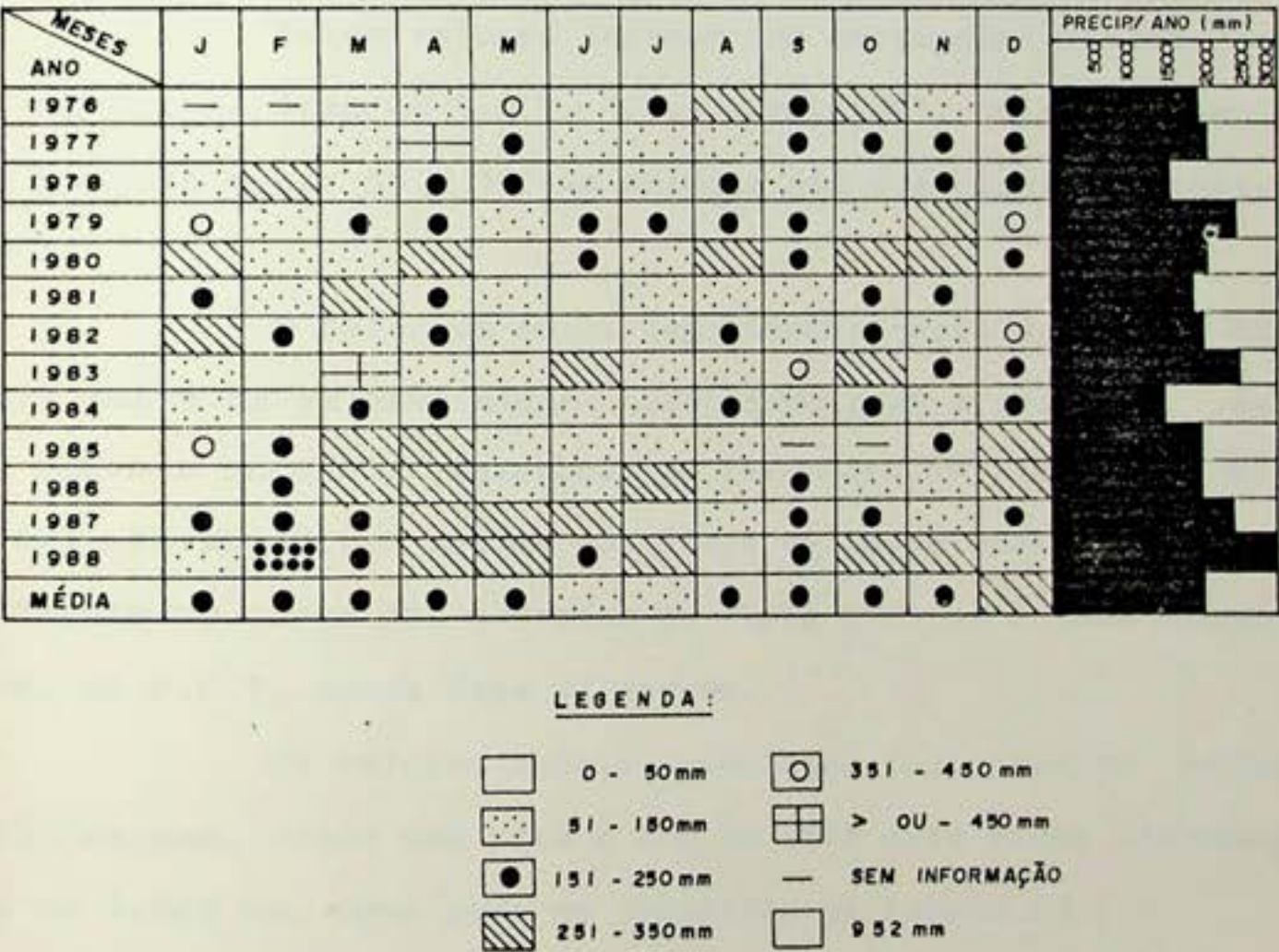


Fig. 50 - Variação da Precipitação Mensal e Acumulado Anual.
Posto Capela Mayrink.

Dos 156 meses avaliados para o período, dos quais 152 com registros pluviométricos, verificou-se que 68% das pre cipitações ocorridas na área situavam-se entre 50 e 250 mm/men sais. As chuvas acumuladas entre 251 e 350 mm, representam 18% do total, e as superiores a 350 mm atingem 7%, assim bem como as precipitações cujos valores acumulados mensais foram meno res que 50 mm.

Coelho Netto (1985) ao analisar dados pluviomé tricos do posto "Alto da Boa Vista" para um período de 16 anos, verificou que a maioria das precipitações mensais acumuladas (52% dessas), variaram entre 100 e 250 mm.

Estes valores indicam uma certa similaridade com os obtidos na área do P.N.T, "Capela Mayrink", cujos acumula dos mensais entre 50 e 250 mm atingem 68% dos casos registra dos.

O fator de maior importância nesta análise não recai sobre os valores médios observados para o período, mas sim sobre a excessão registrada em Fevereiro de 1988, cujo acu mulado pluviométrico chegou aos 952,4 mm, ocasionando vários acidentes ao longo das estradas da Vista Chinesa e Dona Casto rina, no P.N.T, nossa área de estudo.

Os valores anuais acumulados registram em média 2.000 mm/ano, sendo que para o ano de 1988 este valor ultrapas sou os 3.000 mm, como pode-se verificar na tabela 17.

4.8.2. Avaliação Pluviométrica Relativa a Fevereiro de 1988

Lembrando-se que todos os acidentes ocorridos na área associaram-se ao período relativo a Fevereiro/88, procura

TABELA 17. ACUMULADO MENSAL POR ANO EM MM - 1976/1988 - POSTO CAPELA MAYRINK P.N.T.

MES ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1976	-	-	-	111,6	412,4	147,3	208,6	347,2	166,7	270,6	127,2	249,9	2.041,5
1977	97,7	00	91,3	526,7	240,8	77,4	80,0	150,7	241,7	160,7	182,8	154,3	2.040,4
1978	128,2	263,7	71,3	206,7	193,7	85,3	32,6	154,5	92,9	49,4	197,6	167,6	1.646,6
1979	413,0	128,2	154,6	21,8	137,2	227,2	173,1	192,0	245,0	54,6	299,7	358,7	2.586,9
1980	287,3	140,0	73,0	271,4	47,5	160,8	104,3	273,8	207,0	272,1	261,3	157,4	2.260,9
1981	176,7	0,7	251,5	212,5	81,7	10,7	136,0	101,4	54,5	205,8	184,8	523,3	1.939,6
1982	296,5	152,4	100,6	177,4	104,2	45,1	132,1	221,2	88,7	177,2	127,0	341,7	1.963,4
1983	148,4	50,3	467,3	120,5	106,8	251,0	71,5	87,7	375,8	306,3	181,0	220,1	2.386,7
1984	86,3	1,4	167,5	218,3	86,2	75,4	120,5	200,9	82,4	154,7	158,5	176,0	1.528,1
1985	335,0	180,2	268,1	275,8	101,2	133,2	61,8	76,1	-	-	187,7	251,6	1.870,7
1986	44,0	168,1	244,7	233,8	89,7	113,3	268,0	97,3	180,1	97,7	139,7	320,0	1.986,4
1987	177,0	241,7	158,0	261,6	257,7	325,0	12,2	212,5	212,5	206,	109,1	217,1	2.294,7
1988	100,2	952,4	168,1	272,1	252,3	228,8	253,0	25,3	158,2	299,3	263,3	132,9	3.106,4
X	189,9	189,9	185,0	241,3	162,4	144,6	126,6	157,6	173,7	186,9	185,0	251,5	2.193,6

mos detalhar as informações dos índices pluviométricos observados para este mês, verificando a intensidade das chuvas no período e sua distribuição: a Fig. 51, demonstra o comportamento diário acumulado das chuvas para esse mês específico.

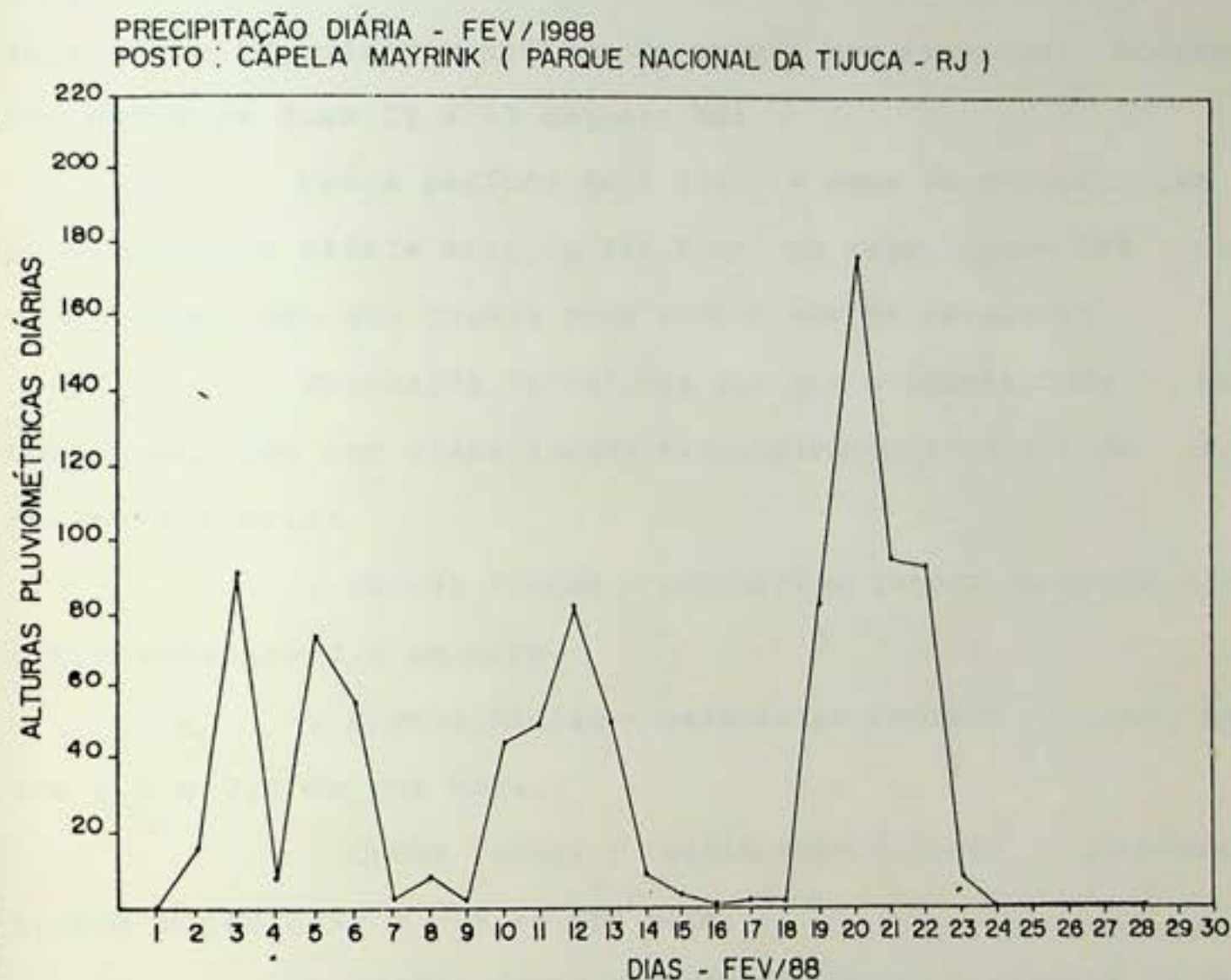


Fig. 51 - Precipitação dia Acumulado (mm) para Fevereiro de 1988.

Nesse período ocorreram alturas pluviométricas diárias superiores a 60 mm nos dias 3, 5, 12, 19, 20, 21 e 22, chegando-se a registrar no dia 20 de fevereiro um valor de 178 mm de chuvas.

Pode-se identificar pelo gráfico, três blocos de

precipitação acumulada diária com valores acima de 20 mm, que estão compreendidos entre os dias 3 e 6, 10 e 13, 19 e 22 de Fevereiro. Segundo informações obtidas junto a moradores e usuários das estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina, os escorregamentos em sua maioria, incluindo todos os grandes acidentes que impediram o tráfego de carros nas estradas, ocorreram entre os dias 19 e 23 daquele mês.

Neste período de 5 dias, a soma da concentração pluviométrica diária atingiu 456,5 mm, ou seja, quase 50% do total acumulado das chuvas para todo o mês de Fevereiro.

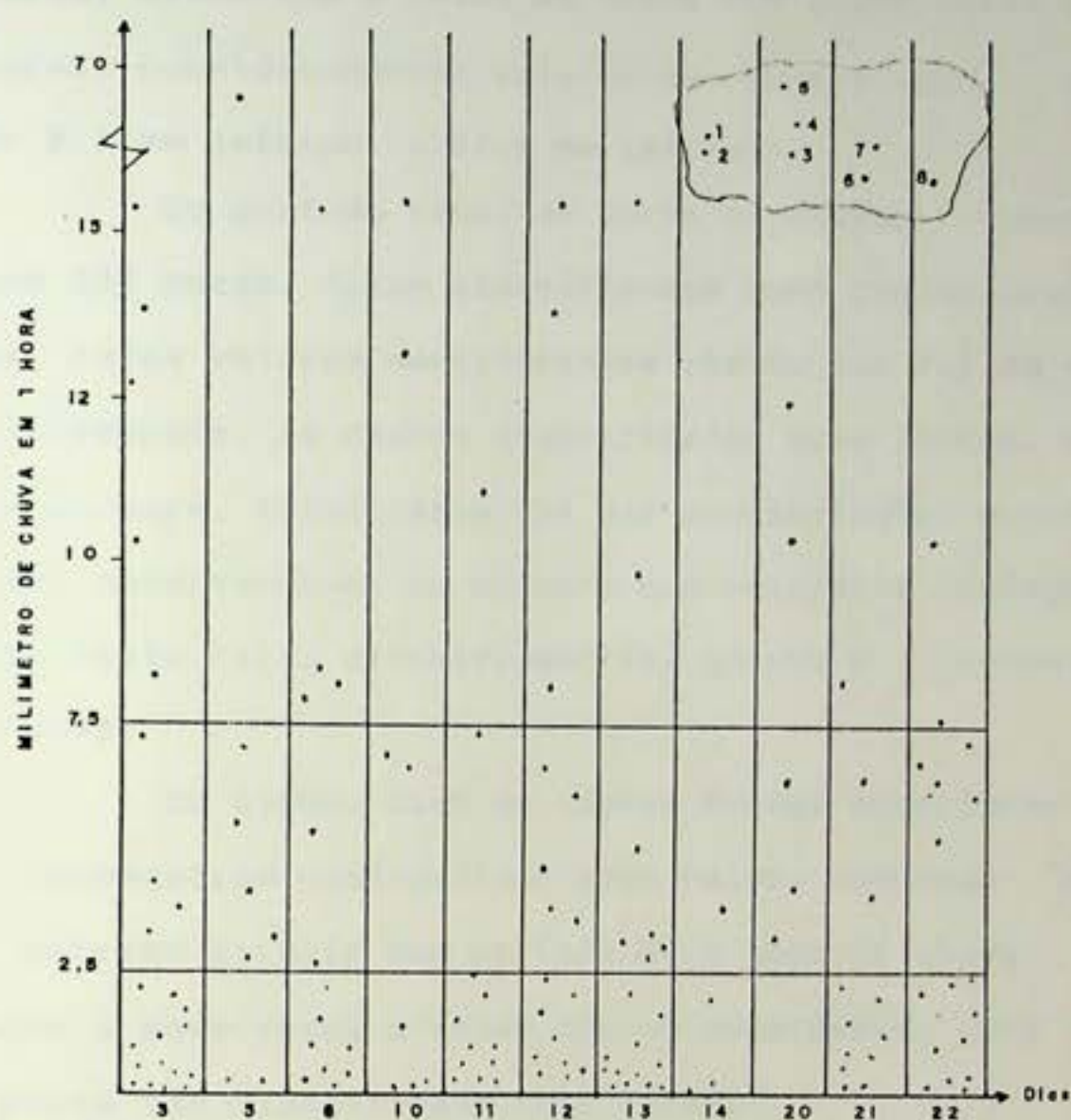
Reichardt (1988) nos diz que a intensidade de uma chuva pode ser classificada razoavelmente a partir do seguinte critério:

- . Chuvas Fracas - possuiriam intensidades que não ultrapassariam 2,5 mm/hora.

- . Chuvas Médias - possuiriam índices variando entre 2,5 e 7,5 mm por hora.

- . Chuva Fortes - teriam seus valores pluviométricos superiores a 7,5 mm por hora.

A partir dessa referência quanto à classificação das chuvas, separamos os dias cujo acumulado em 24 horas foi superior a 20 mm, e analisamos a distribuição horária das chuvas para estes, que no caso foram os dias 3,5,6,10, 11, 12,13, 19, 20,21 e 22 de Fevereiro de 1988. Considerando-se os valores 2,5 mm 7,5 mm de chuvas propostos por Reichardt (op. cit), foi construído um gráfico representado pela Fig. 52, que relaciona os dias selecionados e as horas de chuvas, representadas por um ponto (.), que estiveram abaixo de 2,5 mm, entre 2,5 e 7,5 mm e acima de 7,5 mm.



VALOR EM mm PARA 1 HORA
DE PRECIPITAÇÃO

1- 32.9 mm	5- 67.8 mm
2- 38.7 mm	6- 31.6 mm
3- 36.9 mm	7- 38.1 mm
4- 43.3 mm	8- 30.1 mm

Fig. 52 - Precipitação por hora/dia, relacionada aos Índices de Classificação de Chuvas de Reichardt (1988).

O valor total de horas/dias para este período é de 264 horas, sendo que o valor de horas com chuvas/dias foi de 154 horas, considerando-se valores de precipitação que atingiram 0.1 mm (mínimo) a 67,8 mm (máximo).

Do período total de horas de chuvas considerado, 87% ou 134 horas, foram classificadas como chuvas fracas ou moderadas, cujos valores mantiveram-se abaixo dos 2,5 mm e 7,5 mm respectivamente. As chuvas classificadas como fortes, ou acima de 7,5 mm/hora, totalizaram 13% das precipitações ocorridas no período, observando-se no entanto que ocorreram variações excepcionais nesta faixa classificatória, quanto a intensidade dessas chuvas.

Em alguns dias as chuvas fortes superiores a 7,5 mm/h conseguiram quadruplicar esse valor, chegando mesmo no ponto extremo atingir num período de 1 hora de chuva o equivalente a nove vezes o valor mínimo considerado para que a chuva possa ser classificada como forte.

Observando-se a Fig. 52, temos que entre os dias 19 e 22 de Fevereiro, para um conjunto de horas de chuva (8 horas no total, considerando-se os 4 dias destacados) obtivemos valores acumulados de 281,3 mm, ou o equivalente a um valor superior às médias mensais observadas para o conjunto dos 13 anos analisados, assim bem como, para os valores médios observados por Coelho Netto (op. cit) para o Alto da Boa Vista cujo total atinge 52% das precipitações mensais acumuladas.

Ainda neste período, especificamente no dia 20 de Fevereiro, ocorreu o maior pico-horário registrado para o referido mês, chegando a 67,8 mm/h, ou o equivalente a 1.13mm/

minuto de chuva.

4.8.3. Precipitação/Escorregamentos

Ao analisar 422 laudos de ocorrência de escorregamento para toda a área do Maciço da Tijuca, Barros (1989) declara que 181 desses eventos estiveram ligados às chuvas de Fevereiro de 1988.

Considerando-se o total geral dos 422 laudos, constatou-se que 30% eram alarmes falsos, 55% dos casos registrados associavam-se a escorregamentos de solo, dos quais 68% tinham como substrato o biotita-gnaíse.

A partir desses dados temos que de todos os escorregamentos registrados na área do maciço da Tijuca, 43% associaram-se diretamente às chuvas de Fevereiro de 1988. A relação precipitação x escorregamentos nas vertentes cariocas, já fazem parte da evolução histórica da cidade.

O trabalho pioneiro de Branner (1896) salienta alguns aspectos de observações de campo interessantes e ao mesmo tempo atuais considerando que ao longo dos anos ou séculos, esses eventos catastróficos se repetem. O autor menciona em seu trabalho a ação intempérica das rochas circunvizinhas à cidade do Rio de Janeiro, cujo material intemperizado chegava a 9.0 metros ou mais de profundidade, e que a atuação antrópica, principalmente associada a modificações nos taludes naturais devido a cortes para estradas ocasionava inúmeros escorregamentos.

A exemplo cita que no ano de 1856, uma chuva de 14 cm, ou 140 mm, atingiu o antigo Morro do Castelo causando

escorregamentos no local. Acrescenta ainda, de acordo com in formações obtidas junto a um alemão no ano de 1881, habitante da cidade de Petrópolis, que a colônia ali estabelecida por estes, não prosperou devido aos constantes deslizamentos ocorridos nas Colinas que tentavam cultivar.

Branner, no entanto, não concordava com a idéia de que estes escorregamentos associavam-se à pressão hidrostática nas áreas devido a precipitação. O autor achava que esses escorregamentos estavam associados à produção de argilas escorregadas derivadas de rochas feldspáticas existentes nos diversos maciços da cidade do Rio de Janeiro.

Trabalhos bem mais recentes no entanto demonstram a preocupação com o tema, principalmente a partir dos eventos que atingiram grandes áreas do SE do Brasil nos anos de 1966/1967.

Meis e Silva (1968) avaliando os aspectos relativos à concentração de chuvas e os vários movimentos de massa que atingiram o então estado da Guanabara, enfatizam que para os meses de Janeiro e Fevereiro de 1966, segundo dados do Observatório Meteorológico do Ministério da Agricultura, foram registrados respectivamente 617 e 432 mm de chuvas para os referidos meses. E, no mês de fevereiro de 1967, entre os dias 19 e 20, num período de 48 horas ocorreu uma concentração de chuvas da ordem de 299 mm.

Trabalhos anteriores da década de 60, já correlacionavam as precipitações intensas aos escorregamentos em áreas serranas como pode-se observar em Pichler (1957), Vargas e Pichler 1957).

Os mecanismos que atuam na redução de coesão do

solo, dado o aumento da unidade deste devido a longos períodos com chuvas, são avaliados em trabalhos de Morgentern e Matos (1975) Wolle e Pedrosa (1981).

A Fig. 53, relaciona os valores acumulados de chuvas para o mês de Fevereiro de 1988 aos maiores picos por hora em dias previamente selecionados.

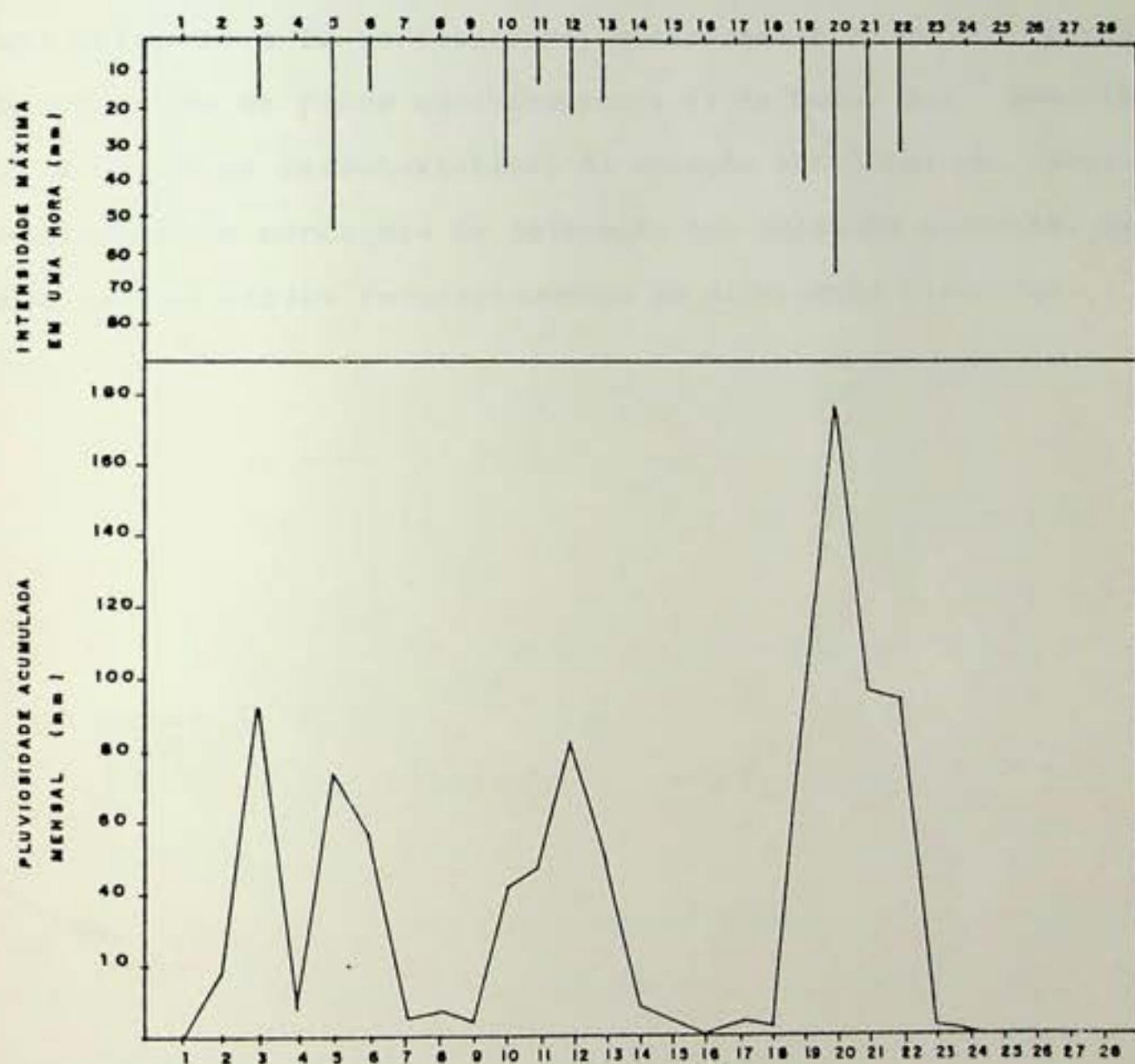


Fig. 53 - Gráfico da Precipitação Acumulada Mensal (Fev. 1988) relacionada a picos máximos de chuva e 1 hora, para os dias considerados.

Considerando este período vemos que até o dia 13 de Fevereiro, apesar de termos chuvas com intensidade horária

que ultrapassou os 50 mm/h, não ocorreram escorregamentos, que de acordo com as informações obtidas no campo, estes concentraram-se entre os dias 19 a 22 de fevereiro.

Com isso, parece-nos evidente que a condição de chuvas contínuas com o saturamento gradual do solo, acompanhada de picos extremos e valores altos para o acumulado/dia, no caso entre 19 e 22 de fevereiro, superiores a 80 mm/dia gerando condições de picos equivalentes a 69 mm/hora, que associa dos a todas as características de atuação antrópica na área, resultaram em condições de saturação dos solos das encostas, de sencadeando vários escorregamentos de diferentes dimensões.

V. CONCLUSOES

As diferente análises e os resultados obtidos, referentes às áreas escorregadas nas encostas florestadas do P.N.T, permitiram evidenciar importantes características dos solos desenvolvidos sobre os depósitos de encostas da área, frente às condições hidro-erosivas das mesmas.

As influências antrópicas de ocupação passadas e atuais interligam-se a dinâmica climática dos eventos registrados e às características de cunho morfológico, físico, químico e mineralógico dos solos mobilizados que no conjunto evidenciaram as seguintes conclusões:

1. Todos os escorregamentos analisados interligavam-se às estradas da Vista Chinesa e Dona Castorina, em vertentes com a declividade média de 33° e com presença de floresta.

2. Os escorregamentos ocorreram em solo desenvolvidos sobre depósito de encostas, principalmente nas camadas iniciais do perfil formado por colúvios atingindo uma profundidade média de 1 metro.

3. As análises físicas revelam que as camadas analisadas possuíam características de maior arenosidade em superfície do perfil, passando a condição argilo-arenosa e argilosa nas camadas intermediárias e profundas, sendo que em todas as amostras avaliadas havia uma diminuição da macro-porosidade, e a porosidade total com o aumento da profundidade do perfil.

4. As camadas analisadas para os diferentes pontos considerados, se classificaram como de baixa permeabilidade

de, sendo que as camadas de superfície mais arenosa mostraram valores de maior permeabilidade que as camadas intermediárias e profundas independentes da classificação geral definida anteriormente como baixa.

5. Os valores de $LL\%$ e $IP\%$, demonstraram uma relação com a condição textural das camadas analisadas, sendo estes valores mais altos nas camadas mais argilosas, e baixo nas camadas mais arenosas, no caso as de superfície.

As variações entre pontos extremos de $LL\%$ e $IP\%$, foram da ordem de 48,5% e 30% respectivamente, sendo a condição da plasticidade das argilas e silte inorgânicas classificadas entre mediana e altas e a atividade das argilas, definida predominantemente em inativas e normais.

6. Os valores da Instabilidade Estrutural (I_s) indicaram que as camadas de transição, A/B ou 2/3, possuíam uma condição de instabilidade hídrica classificada como média ou média fraca, inferior as de superfície, que eram fortes ou muito fortes.

7. As análises químicas dos solos, demonstravam que estes são predominantemente latossólicos (com associação ou não), havendo em 96% das amostras analisadas valores de K_i abaixo de 2.0.

A avaliação dos índices de ferro e ferro livre das amostras, demonstraram similaridade dos índices dos Latossolos Vermelho-Amarelo, sendo também indicativo de tal classificação os valores obtidos na relação Al_2O_3/Fe_2O_3 .

8. A caracterização dos minerais de argila evidenciaram a condição de solos intergrades associativos com possível influências de minerais não totalmente intemperizados

que demonstraram a existência de argilo minerais tipo 2.1, (Vermiculita-Al).

A presença de argilo mineral - 2.1 - parece ter evidenciado a condição de "atividade" das argilas em algumas amostras analisadas, referentes a relação $LL\%$ e $IP\%$.

9. Considerando-se os índices de declividade observado - com média de 33° - evidencia-se a necessidade de se evitar novas intervenções antrópicas nas áreas, principalmente as relacionadas à expansão urbana.

10. Foi da ordem de 28% , os acidentes que se relacionavam pontualmente as áreas onde o talude cortou canais de 1ª ordem e/ou intermitentes.

11. Todos os escorregamentos ocorridos e analisados na área de estudo, associaram-se as condições de precipitação do mês de Fevereiro de 1988. } 12/2

Os escorregamentos ocorreram predominantemente entre os dias 19 a 22 de fevereiro, evidenciando uma condição de saturamento prévio dos solos, num período que as chuvas atingiram um total geral de 952 mm/mês.

VI. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N. O Domínio de Mares de Morros no Brasil. Geomorfologia. São Paulo, USP, 2: 1-10, 1966.
- ANDREIS, R.R. Identificação e Importância Geomorfológica dos Paleosolos. Rio Grande do Sul, Ed. Universitária/UFRGS, Livro-texto nº 2, 1981, 67 p.
- ANTONELLO, L. L.; MULLER, M. R. F.; MONIZ, A.C. & DURIEZ, M. A.M. Mineralogia das Argilas de Horizonte B. de Latossolos do Sudeste e Sul do Brasil, exclusive Óxido de Ferro. III Reunião de Classificação, Correlação de Solos e Interpretação de Aptidão Agrícola, EMBRAPA/ SNLCS, Rio de Janeiro, p. 32-67, 1984.
- ARDUINO, E. ; BARBERIS, E; MARSAN, F.A.; ZANINI, Z. & FRANCHINI, M. Iron Oxides and Clay Minerals Within Profiles as Indicators of Soil Age in North Italy. Geoderma, 37:45-55, 1986.
- BACARRO, C. D. Os Processos de Movimentos de Massa da Serra do Mar em Cubatão (São Paulo). Bol. Geog. Teorética, 15 (29-30): 312-317, 1985.
- BARATA, F.E. Landslides in the Tropical Region of Rio de Janeiro. Proc. 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mexico, 2: 507-516, 1969.
- BARRATA, F.E. Elocubrações sobre Aspectos Geotécnicos Interessantes, Específicos e Diferenciáveis dos Solos Tropicais, em Geral, particularmente do Brasil. Anais Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, CNPq - AMBS, 2: 7-29, 1987.
- BESOAÍN, E. Y GONZALES, A. S. Mineralogia, Genese y Classifica

tion de Suelos Derivados de Cenizas Vulcanicas de La Región Centro-Sur de Chile. Ciencia e Investigación Agrária, 4: 109-130, 1977.

BIGARELLA, J.J. e MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão Integrada da Proble_mática da Erosão. III Simpósio Nacional de Controle de Erosão, ABGE/ADEA, Maringá, Paraná, 331 p. , 1985.

BISHOP, A.W. & MORGENSTERN, N. Stability Coefficients From Earth Slopes. Geotechnique, 10(4): 129-147, 1960.

BOMBIN, M. e KLANT, E. Evidências Paleoclimáticas em Solos do Rio Grande do Sul. Comunicado Manuscrito, PUC/RS, 13: 1-12, 1976.

BOYER, J.L. Dinâmica dos Elementos Químicos e Fertilidade dos Solos. CPGG/UFBA, 1985, 311 p.

BUNTING, B.T. Geografia do Solo. Rio de Janeiro, Zahar Editores 1972, 259 p.

BRINDLEY, G. W. The X-Ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals. London, G. Brown, 1961, 343 p.

CABRAL, S. Mapeamento Geológico - Geotécnico da Baixada de Jacarepaguá e Maciços Circunvizinhos. Solos e Rochas. Rio de Janeiro, 6(2): 21-40, 1983.

CAILLEUX, A., e TRICART, J. Zonas Fitogeográficas e Morfoclimáticas no Brasil. Notícia Geomorfológica, Campinas, 4: 1-8, 1957.

CAMARGO, M.N.; KLANT, E. e KAUFFMAN, J.H. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Separata do Bol. Inform. Soc. Bras. Ci. Solo. Campinas 12 (1): 11-33, 1987.

CARSON; M.A. & KIRBY, M.J. Hillslope Form and Process. Cambridge University Press, 1972, 148 p.

CARVALHO, A.P. et al. Critérios para Distinção de Classe de

- Solos e de Fases de Unidades de Mapeamento. Série Documentos nº 11, EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, 1988.
- CASTRO JR., E. de, MIRANDA, J.C. e COELHO NETTO, A.L. Variação dos Potenciais Matriciais em Encostas Florestadas: Maciço da Tijuca, R.J. III Simpósio de Geografia Física Aplicada. N. Friburgo - RJ, 1: 291-304, 1989.
- CERRI, C.C. Alteração e Pedogênese em Áreas Graníticas Situa- das sob Diferentes condições Bioclimáticas Encontradas no Brasil. São Paulo, Inst. Geoc-USP, Tese de Doutorado, 1979, p.
- COELHO NETTO, A.L. O Processo Erosivo nas Encostas do Maciço da Tijuca, RJ. Rio de Janeiro, Deptº de Geografia-UFRJ, Te- se de Mestrado, 1979, 112 p.
- COELHO NETTO, A. L.; MELLO SANTOS, A.A.; DE MEIS, M. R: M. Os Solos e a Hidrologia das Encostas do Alto Rio Cachoeira, RJ Rev. Bras. Geografia. Rio de Janeiro, 42(3): 585-611, 1980.
- COELHO NETTO, A.L. Overlandflow Production in a Tropical Rain- forest Catchment: The Role of litter Cover. Catena, 14:213- 231, 1987.
- COELHO NETTO, A.L. Surface Hidrologgy and Soil Erosion in a Tropical Mountainous Rainforest Drainage Basin, Rio de Ja- neiro. Katholieke Universiteit Leuven, Fakulteit der We- tenschappen, Departement Geografie-Geologie, Tese de Douto- ramento, 1985, 181 p.
- CHEMEKOV, Y. F. Technogenic Deposits. XI INQUA Congress, Mos- cov, 1982, 486 p.
- CHIOSSI, N.J. Geologia Aplicada à Engenharia. São Paulo, Esco- la Politécnica-USP, 1979, 428 p.
- COSTA, J.P. Caracterização e Constituição do Solo. 2ª Edição,

Ed. Fundação Calouste Gulbenkion, 1980, 505 p.

X CROZIER, M.J. Techniques for the Morfhometric Analysis of Landslips. Z Geomorph, 17(1): 78-101, 1973.

X DALRYNPLE, J.B; BLONG, R. J; CANACHER, A . J. A Hypothetical Mine Unit Landsurface Model. Z.Geomorph. 12: 60-76, 1968.

DANIELS, R. B.; GAMBLE, F. E. & CADY, J. G. The Relation Between Geomorphology and Soil Morphology and Genesis. Adv. Agron., 23:51-88, 1971.

DNER-Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Método de Ensaio. Divisão de Pesquisas Tecnológicas, Rio de Janeiro, 1964.

DUCHAUFOR, P. H. & SOUCHIER, B. Note Sur Une Methode d'Extraction Combinée de l' Aluminium et du Fer Libres dans les Sols. Sci. du Sol, 1: 1:76, 1966.

DURGIN, P.B. Landslides and the Weathering of granitic Rocks. Landslides Reviews in Engineering Geology, vol III: 127-136, 1977.

EMBRAPA/SNLCS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Rio de Janeiro, 1982, 106 p.

E.U.A. - Soil Survey Staff. Soil Survey Manual. Washington, 1951, 503 p.

FITZPATRICK, E.A. Soils. Their Formation, Classification and Distribution. London, Longman, 1980, 353 p.

X FREIRE, E.S.M. Movimentos Coletivos de Solos e Rochas e Sua Moderna Sistemática. Rev. Construção, Rio de Janeiro, 9 (98): 10-18, 1965.

GALLEGO, L.P. - O Sudeste: o Clima Tropical de Altitude e a Orientação das Massas de Ar. Curso para Professores de Geografia, IBGE, 17:32-36, 1971.

- GEOGHEGAN, M. J. & BRIAN, R. C. Aggregate Formation in Soil - Influence of Some Bacterial Polysaccharides on the Binding of Soil Particles. Biochemical Journal, 43: 5-13, 1948.
- GERRARD, A. J. Rocks and Landforms. An Intergration of Geomorphology and Pedology. London, George Allen & Unwin, 1981, 219 p.
- GLASSMANN, J. R.; BROWN, R. B. & KILING, G. F. Soil Geomorphic Relationships in the Western margin of the Willamet Valley, Oregon. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 1045-1052, 1980.
- GOMES TEIXEIRA, J.A. A Cerca da Influência da Floculação na Determinação do Peso Específico de um Solo. LEA, Memória nº 159, Luanda, 1971, 34 p.
- GRIFFITHS, E. & JONES, D. Microbiological Aspects of Soil Structure. Relationships Between Organic Amendments, Microbial Colonization and Changes in Aggregate Stability. Plant and Soil, 23: 17-33, 1965.
- GUALBERTO, V.; REZENDE, M. e CURI, N. Química e Mineralogia de Latossolos com Altos Teores de Ferro, da Amazônia e do Planalto Central. Rev. Bras. Ci. Solo., 11: 245-252, 1987.
- GUERRA, A. T. Processo de Alteração dos Sedimentos e das Rochas. Laterização. Bol. geogr. ano VIII, 96: 59-81, 1951.
- GUINDICINI, G. & NIEBLE, C. M. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. São Paulo, Edgard Blucher, 1976, 170 p.
- HAGGET, R. J. Soil Landscape System: A Model of Soil Genesis. Geoderma, 13: 1-22, 1975.
- HENIN, S. & MONNIER, G. L. Méthode pour l'Etude de la Stabilité Structurale de Sols. Ann. Agron., 1: 71-90, 1958.
- HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. Os Solos Agrícolas. São Paulo, Forense Universitária, 1976, 327 p.

X HOFMANN, G.W. Mapping for Urban Land Use Planning in Southeast Queenslan. A First Approach. Bulletin of the IAGE Krefeld 14:113-117, 1976.

JACKSON, M.L. Weathering Sequence of Clay Minerals in Soil and Sedments. Journal of Physical and Colloid Chemistry, 52: 1237-1260, 1948.

JACKSON, M. L. Frequency and Distribution of Clay Minerals in Major Great Soil Groups as Related to Factors of Soil Formation. Inter. Series of Monograph, Earth Science, Vol 2, 1957.

JACKSON, M.L. Chemical Composition of the Soil. In Bear, F.E. Chemistry of the Soil, 2^a ed. N.Yor, Reinhold, 1964, p. 71-141.

JACKSON, M.L. Soil Chemical Analysis. Advanced Course. Madison, Univ. Wisconsin, Dept. of Soil Science. Copyright by M. I. Jacson, 1974.

JENNY, H. Factors of Soil Formation. London, Mcgraw Hill, 1941, 281 p.

X JONES, F.O. Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras Escarpament, Brazil. Geol. Survey Professional Paper, 44 p, 1973.

JORGE; J. A. Física e Manejo do Solos Tropicais. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986, 328 p.

KÄNPH, N. & KANT, E. Óxido de Ferro. In: Contribuição à III Reunião de Classificação, Correlação de Solos e Interpretação de Aptidão Agrícola. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, p. 1-32, 1984.

KELLOGG, C.E. The Place of the Laboratory Soil Classification and Interpretation. U.S. Dept. Agric., Soil Conserv. Serv. Washington, D. C, 1962, 21 p.

- KIEHL, E. J. Manual de Edafologia/Relações Solo-Planta. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1979, p. 66-72.
- KLAR, A. E. Água no Sistema Solo Planta-Atmosfera. Ed. Nobel, 1984, 407 p.
- KUHLMANN, E. Os Grandes Traços da Fitogeografia do Brasil. B. Geográfico, Rio de Janeiro, 117: 618-28, 1953.
- LACERDA, W.A & SANDRONE, S.S. Movimento de Massas Coluviais-In Aspectos Geotécnicos de Encostas. Rio de Janeiro, ABMS, ABGE SG e Clube de Engenharia/RJ, 1985.
- LAL, R. Physical Properties. In: Characterization of Soil. Oxford, Ed. D.J. Greenland, p. 135-148, 1981.
- LAMBE, W. T. & WHITMAN, R. V. Mecânica de Suelos. México, Ed. Limusa, 1979, 420 p.
- LEAMER, R. W. and SHAW, B. A Simple Apparatus for Measuring Monocapillary Porosity on Extensive Scale. J. Am. Soc. Agron., 33: 1003-1008, 1941.
- LEONARDOS JR. O.H. & FYFE, W.S. Ultrametomorphism and Melting of a Continental Margin, The Rio de Janeiro Region, Brazil. Contrib. Mineral. Petrol. Berlim, 46(3): 201-214, 1974.
- LEMONS, R. C. & SANTOS; R.D. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Campinas/SP, EMBRAPA, SBCS/SNLCS, 1982, p.
- LEPSCH, I. F.; BRIOL, S.W. & DANIELS, R.B. Soil Landscape Relationships in the Decidental Platon of São Paulo, Brasil. I Geomorphic Surfaces and Soil Mapping Units. Soil Sci. Soc. Am. J., 41: 104-109, 1977.
- LUMB, P. Effect of Raim Storm on Slope Stability. Proc. Symposium on Hong Kong Soils, Hon Kong, p. 73-87. 1962.
- LUMB, P. Slope Failure in Hong Kong. Quartely journal of Engineering Geology, 8: 31, 65, 1975.

LYNCH, J. M. Promotion and Inhibition of Soil Aggregate Stabilization by Micro-organisms. Journal of general Microbiology, 126: 371-375, 1981.

MAGNANINI, A. Solos, Sudeste do Brasil e Conservação da Natureza. Curso para Professores de geografia. IBGE, nº 17, 1972, p. 37-52.

MAGNANINI, A.; ANDRADE, C. D. e CAMARGO L.C. Mata Atlântica. Rio de Janeiro, A. C. & M., 1984, 76 p.

Manual de Métodos de Análise de Solo. EMBRAPA, SNLCS, Rio de Janeiro, 1979, p.

X MATTOS, C.S.L.; MATTOS, M.D.L. e LAROCHE, R.C. Aspectos do Clima e da Flora do Parque Nacional da Tijuca. Brasil Florestal, ano 7, 25: 3-12, 1976.

MAYA, R. O. de C. A Floresta da Tijuca Rio de Janeiro, Ed. Bloch, 1967, 120 p.

MAZURAK, A. P. Aggregation of Clay Separates from Bentonite, Kaulinite and Hydrous Mica Soil. Soil Sci. Am. Madison, 15: 18-24, 1959.

MC CRAKEM, R. J.; PEDERSEY, E. J. ; AULL, L. E.: RICH, C. I. & PEELE, T.C. Soil of the Hayesville, Cecil and Pacolet Series in the Southern Appalachian and Piedmont Regions of the United States. Bul. nº 157, April, North Carolina State University of Raleigh, 1971, p.

MEIS, M.R.M. Mouvements de Masse Recents a Rio de Janeiro: Une Étude Géomorphologie Dynamique. Revue de Geomorphologie Dynamique. 18 (4): 145-152, 1968.

X MEIS, M.R. M. e SILVA, J. X. Considerações Geomorfológicas a Propósito dos Movimentos de Massa Ocorridos no Rio de Janeiro. Rev. Bras. Geogr. 30(1) p 32-50, 1968.

- MEIS, M.R. M. As Unidades Morfoestratigráficas Neoquaternários do Médio Vale do Rio Doce. Anais Acad. Bras. Ciências. 49: 443-459, 1977.
- MEIS, M.R.M. e MACHADO, M.B. A Morfologia de Rampas e Terraços no Planalto do Sudeste do Brasil. Separata da Rev. Portuguesa de geografia, vol XIII, 26: 201-218, 1978.
- MELFI, A. J. ; PEDRO, G. B.; VOLKOFF, B. Natureza e Distribuição dos Compostos Ferríferos nos Solos do Brasil. Rev. Bras. Ci. Solo, 3: 47-54, 1979.
- MELO; D.D.; WORCESTER, B.K.; CASSEL, D.K. & MATZDORE, K. D. Soil - Landscape Relationships in a Classed Drainage System Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 38: 813-817, 1974.
- MOH, Z.C.; MAZAHAR, F.M. Effects of Method of Preparation on Index Properties of Lateritic Soil. VII Int. Conf. on Soil Mech. Mexico, p 120-132, 1969.
- MONIZ, A.C. Elementos de Pedologia. São Paulo, Ed. Polígono, 1970, 460 p.
- MORGENSTERN, N.R. and MATOS, M.M. Stability of Slopes in Residual Soil. In: PCS MFE 5th., Buenos Aires, Proceedings, 3: 367-383, 1975.
- NASCIMENTO, V. Simpósio sobre a Estabilidade e Consolidação de Taludes. Relato Geral. In: Jornadas Luso Brasileiras de Engenharia Civil. 2ª, São Paulo, Rio de Janeiro, 54 p, 1967.
- NIMER, E. Análise Dinâmica da Precipitação Pluviométrica na Região Serrana do SE do Brasil especialmente na Serra do Mar. Rev. Bras. Geogr. 33: 55-162, 1971.
- NOVIK, I. Sociedad y Naturaleza. Problemas Sócio-ecológicos. Moscou, Ed. Progreso, 1982, 228 p.
- NOVIKOFF, A. L'Alteration des Roches dansle Massif du Chaillu

(Republique Populaire du Congo). Formation et Évolution de Argiles en Zone Fanallitique. Tese de Doutoramento, 1974, 346 p.

OLIVEIRA, B.J. Fatores de Formação. In: Moniz, A.C. Elementos de Pedologia. São Paulo, Ed. Polígono, 1970, p. 275-288.

OLIVEIRA, R.R. Produção e Decomposição de Serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ. Tese de Mestrado, UFRJ/PPGG 1987, 104 p.

OVALLE, A. R. C. Estudo Geoquímico das Águas Fluviais na Baía do Alto Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca, RJ. Tese de Mestrado, UFF, 1985, 82 p.

OVALLES, F.A. & COLLINS, M.E. Soil Landscape Relationships and Soil Variability in North Central Florida. Soil Sci. Am. J., 60(2). 78 p, 1986.

PEDRO, G. Contribution à L'Étude Experimentale de L'Alteration Geochemique des Roches Cristallines. Ann. Agron. XV, Paris, 1964.

PEDRO, G.; JAMAGNE, M.; BEGON, J. Mineral Interactions and Transformations in Relation to Pedogenesis During the Quaternary. Soil Sci, 107 (6): 462-469, 1969.

PEDRO, G. A Alteração das Rochas em Condições Superficiais (Perimorfismo). Caracterização Geoquímica dos Processos Fundamentais. Not Geomorfológica. Campinas, 9 (17): 1-14, 1969.

PEDRO, G. e DELMAS, A.B. Regards Actuels Sur les Phénomènes d'Alteration Hydrolytique. ORSTOM, Sér. Pédol. Vol XVIII (314): 217 p, 1980.

X PICHLER; E. Aspectos Geológicos dos Escorregamentos de Santos. Bol. Soc. Bras. Geologia, São Paulo, 6 (2): 69-77, 1957.

X PIRES, F.R.M e HEILBRON, M.L. Estruturação e Estratigrafia dos

- Gnaisses do Rio de Janeiro, RJ. Simpósio de Geologia, UFRJ, p. 149-151, 1989.
- PITTY, A. F. Geography and Soil Properties. Methuen of Co. Ltda, 1979, 287 p.
- POLIVANOV, H. Correlações Preliminares entre Características Químicas, Mineralógicas e Físicas de Solos Com Horizonte B Latossólico do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado. UFRJ/IGEO, 1984, 199 p.
- X PONÇANO, W. L. et al. Condicionamento Geológico e de Ocupação Territorial nos Escorregamentos de Maranguape, Estado do Ceará. In: CBGE, 19, Rio de Janeiro, 2: 323-339, 1976.
- PONTES, A.B. Controle de Erosão em Áreas Urbanas. Simpósio sobre Controle de Erosão/ABGE. Curitiba/Pr, Tema III, p. 37-111, 1980.
- PRADINI, F. C.; GUIDICINI, G.; BOTTURA, J.A.; PONÇANO, W. L. e SANTOS A.R. Atuação da Cobertura Vegetal na Estabilidade de Encostas., Uma Resenha Crítica. Anais do II Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais. Mossoró/RN, p. 47-72, 1976.
- REICHARD, K. Processo de Transferência no Sistema Solo-Planta Atmosfera. Fundação Cargill. Campinas, 1975, 445 p.
- REICHARD, K. A Água em Sistema Agrícolas. Ed. Manole, 1988, 188 p.
- REZENDE, M. Mineralogy, Chemistry, Morphology and Geomorphology of Some Soils of the Central Plateau of Brazil. Tese de Doutorado, Purdue University, 1986.
- REZENDE, M. M. Pedologia. Viçosa, UFV, 1982, 134 p.
- RIZZINI, C.T. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Vol 2, São Paulo, USP, 1979, p. 66-73.
- ROSIER, G.F. Pesquisas Geológicas na Parte Oriental do Estado

- do Rio de Janeiro e na Parte Vizinha do Estado de Minas Gerais. B. Div. Geol.Mineral, Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, nº 222, 1965.
- RUELAN, A. The History of Soils: Some Problems of Definition and Interpretation: Paleopedology. In: Yallon, D. A. Origin, Nature and Dating of Paleosols. Jerusalem, International Soil Science, p. 3-13, 1971.
- RUHE, R.V. Geomorphic Surfaces and the Nature of Soils. Soil Sci. 82: 441-445, 1956.
- RUSTON, B.P. & BERRY, L. Wethering of Granite and Associaton Erosional Features in Hong Kong. Bulletin of the Geological Society America, 68: 1263-1292, 1957.
- SAMARA, V. Diferenças de Características entre Camadas de Solos Lateríticos e Saprolitos do Estado de São Paulo. In: Simp. Bras. Solos Trop. em Engenharia. COPPE/UFRJ/CNPq/ABMS; p. 38-50, 1981.
- SANTOS, P.S. Tecnologia de Argilas. Vol 1, Ed. Edgard Blucher/Ed. da USP, 1985, 340 p.
- SCHEINER; T.C.M. Ocupação Humana no Parque Nacional da Tijuca: Aspectos Gerais. Brasil Florestal, Ano 7, nº 28, p. 3-27, 1976.
- SCHUSTER, R. L. & KRIZER, R. J. Landslides Analysis and Control. Washington, National Academy of Sciences. Transportation Research Board Special Report. 1978, 176 p.
- SEED, H. B.; WOODWARD, R.J. and LINDGREN, R. Fundamental Aspects of the Atterberg Limits. In: Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, p 12-20, 1964.
- SETZER, J. Pequeno Curso de Pedologia. Separata dos nºs 59 a 69 do Bol. Geografia IBGE, p. 1-124, 1944.

Paulo, Escola Politécnica da USP. 1967, 38 p.

THEISEN, A.A. & HARWARD, M.E. A Paste Method for Preparation of Slides for Clay Mineral Identification by X-Ray Diffraction. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26: 90-92, 1962.

TOWNSEND, F.S. Geotechnical Characteristics of Residual Soils. Journal of geotechnical Engineering, 111(1): 77-94, 1985.

TRICART, J. As Relações entre a Morfogênese e A Pedogênese. Not Geomorfológica 8(15): 5-18, 1968.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, 1977, 92 p.

TSUKAMOTO, Y. ; OHTA, T. & NOGUCHI, H. Hidrological and Geomorphological Studies of Debris Slides on Forested Hillslopes in Japan. A Collection of Reprints, Forest Hillslope Hidrology, Slope Failure, Dept. of Forestry, Tokyo University of Agriculture and Technology. Fuchu, Tokyo, p.89-99, 1987.

VALLEJO, L. R. A Influência do Litter na Distribuição das Águas Pluviais. Tese de Mestrado, UFRJ/PPGG, 1982, p.

VARGAS, M. e PICHLER, E. Residual Soil an Rocks Slides in Santos (Brazil). International Conference on Soil Mechanics and Foundation, 2(6): 394-398, 1957.

VARGAS, M. Estabilização de Taludes em Encostas de Gnaisses Decompostos. Anais do 3º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações. Belo Horizonte/MG, Vol. 1, PVI-32/VI 55, 1966.

VARGAS, M. Geotécnica dos Solos Residuais. Revista Latinoamericana de Geotécnica, 1(1): 20-41, 1971.

VARGAS, M. Progresso dos Estudos Geotécnicos dos Solos Tropicais em São Paulo. Anais do Simpósio Brasileiro de Solos Tro

- picais em Engenharia. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, CNPq, ABMS, 2: 66-120, 1981.
- VELOSO, H.P. Atlas Florestal do Brasil. Rio de Janeiro, Serviço de Informações Agrícolas, 1966, 82 p.
- VERDADE, F.C. Análise Química Total. In: Moniz, A. C. Elementos de Pedologia. São Paulo, Ed. Polígono, 1970, p.209-221.
- VIEIRA; L.S. Manual de Ciência do Solo. Ed. Agronômica Cere, 1975, 464 p.
- VIEIRA, L. S e SANTOS, P.C. dos Amazônia, Seus solos e Outros Recursos Naturais. Ed. Agronômica Ceres, 1987, 412 p.
- WALKER, P. H. & RUHE, R.V. Hillslope Models and Soil Formation II. Int. Cong. Soil Sci. 9th, p. 561-568, 1968.
- WAMBEKE, A. R. V. Criteria for Classifying Tropical Soils by Age. Journal of Soil Science, 13(1): 124-132, 1962.

ANEXOS

ANEXO 1 - Ficha Granulométrica Usada no
Laboratório de Mecânica dos
Solos - Setor de Geologia de
Engenharia/UFRJ.

PESO INICIAL ÚMIDO:				PESO ÚMIDO:				PESO TOTAL INICIAL:			
PESO INICIAL SECO:				PESO SECO:				OBS:			
CÁPSULA Nº				APÓS SEPARAÇÃO							
CÁPS. + SOLO ÚMIDO				PESO DA PART. ENTRE							
CÁPS. + SOLO SECO				2,00 A 0,074 (3A7)							
TARA				PESO PART. MENORES							
ÁGUA				QUE 0,074 (8A14)							
SOLO SECO				PESO TOTAL							
UMIDADE											
UMIDADE MÉDIA											
AMOSTRAS EM SUSPENSÃO											
Nº	TEMPO		PROF	PESO	PESO						
CÁPS	20"	24"	Cm	TOTAL	CAPS.						
	10"	15"	20								
	15"	20"									
	1'56"	1'45"	20								
	7'44"	6'50"	10								
	31'	28'	10								
	2h 3'	1h51'	10								
	4h 6'	3h42'	5								
	16h 24'	14h50'	5								
						DECANTAÇÃO					
						A - B					
						B - C					
						C - D					
						D - E					
						E - F					
						F - G					
						G - Df					
						Df - DEFLOCULANTE					
PENEIRAMENTO											
1	ENTRE 4,76 * 2,00 mm				4,76 mm	g					
2	" " 2,00 * 0,84 mm				0,84 mm	g					
3	" " 0,84 * 0,42 mm				0,42 mm	g					
4	" " 0,42 * 0,250 mm				0,250 mm	g					
5	" " 0,250 * 0,15 mm				0,15 mm	g					
6	" " 0,15 * 0,074 mm				0,074 mm	g					
7	" " 0,074 mm				(0,053) mm	g					
SILTES E ARGILAS											
8	ENTRE 0,074 * 0,031 mm				0,031 mm	g					
9	" " 0,031 * 0,016 mm				0,016 mm	g					
10	" " 0,016 * 0,008 mm				0,008 mm	g					
11	" " 0,008 * 0,004 mm				0,004 mm	g					
12	" " 0,004 * 0,002 mm				0,002 mm	g					
13	" " 0,002 * 0,001 mm				0,001 mm	g					
14	MENORES DO QUE 0,001 mm					g					
PESO TOTAL FINAL						g					

ANEXO 2 - Fotografias da Área de
Estudo.



Foto 1 - Escorregamento com mobilização de dissipador de energia em forma de degrau.



Foto 2 - Escorregamento acima da estrada
(tipo Fig. 14).



Foto 3 - Escorregamento abaixo da estrada
(tipo Fig. 15).



Foto 4 - Escorregamento abaixo da estrada
(tipo Fig. 15).



Foto 5 - Escorregamento abaixo da estrada
com destruição parcial de residência.



Foto 6 - Colocação de gabiões.



Foto 7 - Colocação de gabiões



Foto 8 - Aparecimento de linha de Pedra (Stone Line), formada predominantemente por fragmentos de quartzo.



Foto 9 - Blocos inconsolidados de quartzo e biotita gnaiss abaixo de material coluvial.



Foto 10 - Antigo escorregamento evidenciando
estrutura alterada da rocha de origem.



Foto 11 - Vegetação predominante na área de
estudo.