

NATUREZA DO HÚMUS E CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS COM
ELEVADO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DA REGIÃO DE
ITAGUAÍ-SANTA CRUZ, RJ.

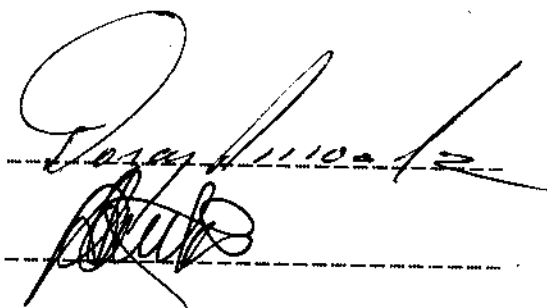
MAURO DA CONCEIÇÃO

APROVADO EM: 22/09/89

DORACY PESSOA RAMOS

GABRIEL DE ARAÚJO SANTOS

DEJAIR LOPES DE ALMEIDA



ITAGUAÍ
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

NATUREZA DO HÚMUS E CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS COM
ELEVADO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DA REGIÃO DE
ITAGUAÍ-SANTA CRUZ, RJ.

MAURO DA CONCEIÇÃO

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR

DORACY PESSOA RAMOS

E A CO-ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR

GABRIEL DE ARAÚJO SANTOS

TESE SUBMETIDA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM AGRONOMIA.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DO
SOLO.

Itaguaí, Rio de Janeiro.
setembro, 1989

A "Mioyaoookami", pela minha existência
Aos meus "ancestrais", pelos favores recebidos

Aos meus pais e aos meus irmãos que muito
contribuíram para a minha formação,
o meu profundo reconhecimento

As minhas descendentes
Carla Grazielle e Isabella

DEDICO

Aos Drs. Idarê A. Gomes e Francesco Palmieri pela tolerância e compreensão durante a fase final do trabalho.

Ao ilustre amigo Wilson Sant'Anna de Araújo pelas constantes palavras de apoio e incentivo prestados.

Aos Drs. Marcelo Nunes Camargo e Jorge Olmos pelas sugestões bibliográficas e apoio recebido.

Aos colegas José Raimundo N.F. Gama e Raimundo Silva Rêgo pelos momentos de estudo e compreensão no curso.

Aos pesquisadores e técnicos do laboratório de física e química do SNLCS pelas contribuições valiosas e indispensáveis nas análises.

Aos Drs. Carlos C. Cerri e Alfredo Polo pela atenção e apoio recebido durante visita oportuna ao CENA.

Aos Drs. Osório Oscar M. da Fonseca, Jorge Olmos e ao estagiário Pedro A. Lima pela colaboração prestada na coleta de parte das amostras de campo deste trabalho.

As amigas Nêdra Barros Graça e Maria da Penha Delaia, pelas correções bibliográficas, e demais colegas da biblioteca pela atenção dispensada.

A colega Neli do Amaral Meneguelli pelas análises de regressão determinadas.

AGRADECIMENTOS

A EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, pela oportunidade de realizar o curso e pelo suporte financeiro na realização do mesmo.

Aos professores Doracy Pessoa Ramos e Gabriel de Araújo Santos, pela orientação na execução deste trabalho durante o curso.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e respectivos professores do Departamento de Solos, pelos ensinamentos ministrados.

Ao Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, pela realização das análises físicas e químicas e apoio durante o curso.

Aos Drs. Mauricio Cantalice (in memoriam), Antonio Alvim Dusi, Abeilard F. de Castro, Clotário D. Silveira e Loiva Antonello, por viabilizarem nas chefias anteriores do SNLCS o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Solos da Universidade Rural pela colaboração espontânea prestada.

As colegas Helga R. Hiss e Arlene Maria G. de Oliveira pelo apoio e colaboração prestada durante a fase de análise das frações orgânicas das amostras deste trabalho.

Ao colega Dejair Lopes de Almeida pela participação na banca examinadora e pelas sugestões prestadas.

Ao agricultor Yoshifiko Kisawava pelas valiosas informações e colaboração prestadas.

Ao técnico André Luiz Mazzei Alberto, da FIOCRUZ, na obtenção dos dados espectroscópicos.

Ao colega Humberto G. dos Santos pela atenção dispensada na fase final do curso.

A colega Odiléa S. Paulino pelos serviços de digitação, e Nilza Z. Correa pela ajuda na confecção de tabelas.

A colega Heloisa Seabra de Pinho Arango pela colaboração na revisão final dos textos.

Aos meus pais e meus irmãos pela credibilidade e apoio ao longo de um percurso que nem sempre foi suave; as minhas adoradas filhas Carla Grazielle e Isabella pelo sentimento puro de amor e carinho, decisivo para o sucesso do pai.

A minha ex-esposa Marilza, pelo tempo que estivemos juntos.

Aos integrantes da Instituição Religiosa Perfeita Liberdade, Bloco Niterói, pelo apoio e amizade.

BIOGRAFIA

Nascido em 16 de setembro de 1952, em Niterói, Estado do Rio de Janeiro, diplomou-se em Engenheiro Agrônomo em julho de 1976, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRRJ, km 47, Itaguaí-RJ.

De 01 de agosto de 1976 a fevereiro de 1977, participou de quadro técnico da Companhia Agropecuária de Fomento Econômico do Paraná - CAFÉ DO PARANÁ, no Setor de Mecanização Agrícola. De 01 de março de 1977 a janeiro de 1978 pertenceu ao grupo de bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, e lotado no Programa de Fixação Biológica de Nitrogênio, km 47, Itaguaí, RJ. A partir de 01 de fevereiro de 1978 passou a fazer parte do quadro de pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária lotado no Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.

SUMÁRIO

	pag.
INTRODUÇÃO.....	1
DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA.....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
1. Histórico de ocupação e uso agrícola da área....	12
2. Matéria orgânica.....	26
2.1. Considerações gerais.....	26
2.2. Classificação e caracterização.....	28
2.3. Formação de substâncias húmicas.....	33
2.3.a. Ciclo da matéria orgânica.....	33
2.3.b. Processos de formação.....	34
2.3.c. Fatores edáficos.....	36
2.3.d. Principais fontes de húmus.....	37
2.3.e. Teorias e propostas de formação.....	40
2.3.f. Características químicas.....	41
3. Solos Orgânicos.....	45
3.1. Formação e classificação.....	45
3.2. Subsistência.....	47
3.3. Ocorrência dos solos em estudo na região...	53

MATERIAL E MÉTODOS.....	55
1. Solos estudados.....	55
2. Caracterização física, química e morfológica..	57
3. Fracionamento e caracterização da matéria orgânica.....	59
4. Testes para caracterização de Histosols.....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
1. Matéria orgânica.....	65
1.1. Teor e variação ao longo dos perfis de solo.....	65
1.2. Distribuição das frações orgânicas.....	68
1.3. Identificação dos ácidos húmicos por espectrofotometria de absorção.....	79
1.4. Húmus dos Solos Hidromórficos orgânico.....	89
1.5. Húmus dos solos didromórficos gleizados....	94
1.6. Efeito da forma de uso do solo sobre a matéria orgânica nos horizontes superficiais.....	99
2. Caracaterísticas morfológicas.....	102
3. Características físicas	104
4. Características químicas.....	116
5. Caracterização e classificação dos solos.....	123
CONCLUSÕES.....	135
LITERATURA CITADA.....	138
APÊNDICE.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

	pag.
Figura 1 - Localização da região.....	4
Figura 2a - Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) correspondente ao Distrito de Santa Cruz.....	7
Figura 2b - Balanço hídrico segundo Thornthwaite e e Mather (1955) correspondente ao Municí- pio de Itaguaí.....	8
Figura 3a - Planta aerofotográfica da região antes dos serviços de saneamento.....	18
Figura 3b - Planta aerofotográfica da região depois dos serviços de saneamento.....	19
Figura 4 - Quantidade de quiabo comercializado na CEASA-RJ, durante o período de 1975-1987...	23
Figura 5 - Quantidade de mandioca comercializada na CEASA-RJ, durante o período de 1975-1987....	24

Figura 6 - Quantidade de batata-doce comercializada na CEASA-RJ, durante o período de 1975-1987....	25
Figura 7 - Classificação dos compostos orgânicos segundo sua solubilidade e seu peso mole- cular (Santos, 1984).....	32
Figura 8 - Esquema geral da evolução da matéria orgâni- ca nos solos, segundo Jacquín (1980), citado por Santos (1984).....	35
Figura 9 - Mecanismos para formação de substâncias hú- micas do solo. Compostos sintetizados pelos microorganismos reagem: 1 - açúcares 2 e 3 - quinonas 4 - ligninas modificadas.....	42
Figura 10 - Localização dos perfis de solos estudados. Esc. 1:50.000	56
Figura 11 - Distribuição da matéria orgânica (%) ao lon- go dos perfis de solos estudados.....	67
Figura 12 - Variações da distribuição do carbono nas fra- ções do húmus em função de horizontes dos per- fis PRV-1 e PVR-2: 1) ácidos fúlvicos livres; 2) ácidos fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda; 3) ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda; e 4) humina.	73

Figura 13 - Variações da distribuição do carbono nas frações do húmus em função de horizontes dos perfis PRV-3 e PVR-4: 1) ácidos fúlvicos livres ; 2) ácido fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda; 3) ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda; e 4) humina.	74
Figura 14 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função de profundidade, nos perfis PRV-1 e PVR-2.....	75
Figura 15 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função da profundidade, nos perfis PRV-3 e PRV-4.....	76
Figura 16 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função da profundidade, nos perfis PRV-1 e PRV-2.....	77
Figura 17 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função da profundidade nos perfis PRV-3 e PRV-4.....	78
Figura 18 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-1. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a- Glei e b- Orgânico.....	83

Figura 19 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-2. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a- Glei e b- Orgânico.....	84
Figura 20 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-3. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a- Gley e b- Orgânico.....	85
Figura 21 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-4. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a- Glei e b- Orgânico.....	86
Figura 22 - Distribuição do índice de humificação (E4/E6) (quociente de cor) ao longo dos perfis de solos estudados.....	87
Figura 23 - Distribuição do tamanho relativo da molécula (slope) ao longo dos perfis de solos estudados	88
Figura 24 - Esquema geral de evolução da matéria orgânica nos Solos Orgânicos, segundo Jacquín (1980)...	97

Figura 25 - Esquema geral da evolução da matéria orgânica nos solos tipo Mor/Moder, segundo Jacquín (1980).....	98
Figura 26 - Curvas características de umidade dos perfis PRV-1 e PRV-2.....	106
Figura 27 - Curvas características de umidade dos perfis PRV-3 e PRV-4.....	107
Figura 28 - Relação do conteúdo de água com a porosidade total e a densidade do solo para os perfis de solos estudados.....	109
Figura 29 - Relação entre a densidade do solo e o conteúdo mineral dos perfis PRV-1 e PRV-2.....	112
Figura 30 - Variação do pH ao longo dos perfis de solos estudados.....	118
Figura 31 - Relação da matéria orgânica com a CTC e a CTC efetiva (pH 5,0) dos perfis de solos estudados.....	120
Figura 32 - Distribuição da superfície específica total em relação à variação de profundidade nos perfis PRV-1 e PRV-2.....	121
Figura 33 - Relação entre a superfície específica total e a CTC do solo nos perfis PRV-1 e PRV-2.....	122

Figura 34 - Cópia da página 10 YR da caderneta de Munsell com o índice pirofosfato (valor e croma) indicado para cada notação de cor correspondente aos perfis PRV-1 e PRV-2. Área correspondentes aos materiais **fibric** e **sapric** estão indicadas. 127

Figura 35 - Relações entre o índice pirofosfato e a percentagem de fibras esfregadas para os perfis PRV-1 e PRV-2. As sólidas delineiam áreas de materiais **fibric**, **hemic** e **sapric**. A área superior esquerda sugere limites possíveis para material **limnic** (Caprogênico)..... 128

Figura 36 - Conteúdo mineral e estado de decomposição para os perfis PRV-1 e PRV-2. Linhas verticais separam os materiais pelo estado de decomposição de acordo com o critério de fibras esfregadas. Linhas horizontais separam a classes taxonômicas de acordo com o conteúdo mineral. Turfa de musgo comercial deve ter menos que 25% do material como indicado pela linha pontilhada (Lyn et al, 1975)..... 129

- Figura 37 - Densidade aparente do solo com função do conteúdo mineral dos perfis PRV-1 e PRV-2. As linhas verticais separam as classes taxonômicas de acordo com o conteúdo mineral..... 130
- Figura 38 - Densidade aparente do material orgânico como função do conteúdo mineral dos perfis PRV-1 e PRV-2. As linhas verticais separam as classes taxonômicas de acordo com o conteúdo mineral. 131
- Figura 39 - Densidade aparente e o estado de decomposição do solo como função do conteúdo de fibras esfregadas, para os perfis PRV-1 e PRV-2. Linhas verticais separam materiais **fibric**, **hemic** e **sapric**, de acordo com o critério de fibras esfregadas..... 132
- Figura 40 - Densidade aparente e estado de decomposição do material orgânico como função do conteúdo de fibras esfregadas, para os perfis PRV-1 e PRV-2. Linhas verticais separam materiais **fibric**, **hemic** e **sapric**, de acordo com o critério de fibras esfregadas..... 133

ÍNDICE DE TABELAS

	pag.
Tabela 1 - Dados climáticos - Estação Ecologia Agrícola - km 47 - Itaguaí (1940-1984).....	6
Tabela 2 - Serviços executados pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento, na Baixada de Sepeti- ba, no período de 1935 a 1941.....	17
Tabela 3 - Produção exportada pelo núcleo colonial Santa Cruz em 1941.....	22
Tabela 4 - Classificação dos compostos húmicos, segundo Duchafour (1963).....	29
Tabela 5 - Valores de carbono orgânico, nitrogênio total e relação C/N de horizontes dos perfis PRV-1, PRV-2, PRV-3 e PRV-4.....	66
Tabela 6 - Distribuição percentual das diversas frações orgânicas nos horizontes dos perfis de solos estudados.....	71

Tabela 7 - Valores de índice de humificação (quociente de cor) e tamanho de ácidos húmicos de horizontes dos perfis PRV-1, PRV-2, PRV-3 e PRV-4, com sua respectiva classificação. São incluídos alguns materiais para referência.....	81
Tabela 8 - Resultados de retenção de água sob tensão de 0,10, 0,33, 1,00, 5,00 e 15,00 atmosferas da fração terra fina (2mm), conteúdo de água (%), porosidade total e superfície específica total de horizontes.....	114
Tabela 9 - Propriedades químicas dos solos estudados.....	117
Tabela 10- Resumo das características de pedomateriais dos perfis de solos estudados.....	125

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com a finalidade de se obter informações sobre a natureza do húmus e a caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica da região de Itaguaí-Santa Cruz, RJ. Foram amostrados quatro perfis de solos, dois referente a Solos Hidromórficos essencialmente orgânico e, dois a solos Hidromórficos minerais com, horizonte glei diagnóstico, dispostos em locais selecionados, segundo sua representatividade na região em estudo. Nas amostras de solo coletadas foram feitas extração, fracionamento e caracterização da matéria orgânica, determinações físicas e químicas.

Os resultados mostraram que o húmus dos solos estudados se caracteriza, principalmente, pela presença não significativa de matéria orgânica leve, baixas proporções de ácidos fúlvicos livres e humina, quantidades relativamente alta de ácidos húmicos e proporções elevadas de substâncias húmicas alcalino--solúveis. Grau de humificação e tamanho relativo da molécula (condensação dos constituintes

aromáticos), tendem a ser maiores no material orgânico dos Solos Orgânicos do que dos Gleizados. As variações significativas na percentagem de fibras, reflete uma certa heterogeneidade nas condições de gênese dos Solos Orgânicos, possivelmente face a permanente oscilação do lençol freático durante o ano. A humificação relativamente forte nos horizontes superficiais, mostra-se relacionada com a forma de uso do solo.

O poder de retenção de umidade é influenciado pelo teor de matéria orgânica do solo que reflete, significativamente, a variação do teor de umidade encontrado em toda faixa de retenção estudada. A densidade, porosidade total, conteúdo mineral e percentagem de fibras do solo se mostram relacionadas com o conteúdo d'água, evidenciando a influência do estado de decomposição do material orgânico na quantidade de água ao longo dos perfis de solos estudados. Os valores de superfície específica são correlacionados com o complexo de troca e retenção de umidade, refletindo a contribuição da matéria orgânica no complexo coloidal. O complexo de troca apresenta o domínio do ion hidrogênio, mostrando-se relacionado com o estado de decomposição do material orgânico do solo.

A oscilação do lençol freático durante o ano, resultante do sistema de drenagem estabelecido na região, condicionando o processo de oxidação biológica, parece ser o principal responsável pelos expressivos índices de potencial de subsidência encontrados, aliado ao sistema de

manejo do solo utilizado na região.

Os solos foram caracterizados e classificados como Orgânicos (Hemic Troposaprist, perfil PRV-1 e, Fluvaquent Troposapris, perfil PRV-2) e Glei Húmico (Fluvaquent, perfis PRV-3 e PRV-4).

ABSTRACT

The present study was conducted to obtain information on the nature of humus and characterization of soils with high content of organic matter of the area Itaguaí-Santa Cruz (RJ). Four representative soil profiles were sampled, comprehending two, dominantly organic Hydromorphic Soils not fully developed and Hydromorphic mineral Soils with diagnostic gley horizon, located on selected sites. Extraction, fractionation and characterization of organic matter and physical and chemical determinations were made in the soil samples selected.

Results have shown that humus in these soils is characterized by non-significant amounts of raw organic matter, low contents of free fulvic acids and humine and relatively high amounts of humic acids and alkali-soluble humic substances. Humification and molecule size tend to be higher in the organic matter extracted from Organic Soils than those extracted from Gley Soils. Significant variation in percent fibers is due to a certain heterogeneity in genesis conditions of the Organic Soils, possibly as an effect of permanent ground water fluctuation through the

year. Relatively high humification on surface horizons, is related to kind of soil use.

Water retention power is influenced by organic matter content, which reflects significantly the variation on moisture content found on the range of water retention tested. Soil density, total porosity, mineral content and percent fibers of the soil have shown to be related to water content, exhibiting the influence of the decomposition state of the organic matter on the amount of water throughout the soil profiles studied. Specific surface values determined are related to cation exchange capacity and moisture retention, as result of the organic matter contribution on the colloidal complex. The cation exchange capacity is, predominantly, composed by hydrogen ions, showing its relation to the decomposition state of organic matter of the soils.

Ground water fluctuation level, through the year, as result of the drainage system used in the area studied and working as a conditioner of biologic oxidation, seems to be responsible for the significant index of potential subsidence found, related to the soil management system used in the area studied.

Soil were characterized and classified as Organic (Hemic Troposaprist, profile PRV-1; Fluvaquent Troposaprist, profile PRV-2), and Humic Glei (Fluvaquent, profiles PRV-3 and PRV-4).

INTRODUÇÃO

A região de Itaguaí-Santa Cruz, principal produtora de hortigranjeiros para a cidade do Rio de Janeiro, defronta-se no momento com sérios problemas tecnológicos de produção, uma vez que ano a ano a produção de hortigranjeiros nesta região, vem mostrando uma diminuição de certa forma preocupante.

De acordo com os trabalhos de Mendes (1954) e M.A.(1958), nesta região ocorria um elevado percentual de Solos Orgânicos e Semi-Orgânicos, considerados como excelentes para produção de hortigranjeiros.

Estes solos, quando drenados e cultivados, podem sofrer mudanças significativas nas suas características físicas, químicas e morfológicas. Estas alterações são relacionadas ao processo de consolidação e oxidação da matéria orgânica e, quando manejados inadequadamente, resulta, na maioria dos casos, no completo desaparecimento da camada orgânica. Para manejá-los corretamente é

necessário observar essas mudanças.

As excessivas drenagens realizadas a partir de 1940 na região em estudo e a tecnologia inadequada de uso destas terras, têm contribuído para a diminuição da pontencialidade agrícola destes solos, causas principais do declínio da produção ocorrido nos últimos anos, conforme explicitado anteriormente.

A situação atual relacionada às pesquisas sobre Solos Orgânicos demonstra uma carência de informações específicas que destoa com o interesse crescente no seu aproveitamento agrícola. Em razão disto, este trabalho procura fornecer subsídios que venham a contribuir ao estudo de tais solos, bem como para os solos Gleizados da área, tendo como objetivos:

a - Definir melhor a natureza da matéria orgânica e analisar as variações das diversas frações orgânicas dos solos.

b - Avaliar o estágio de decomposição e grau de humificação da matéria orgânica dos solos.

c - Caracterizar a morfologia e as propriedades físicas e químicas dos solos.

DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

A região referente ao presente estudo apresenta uma área aproximada de 1700 a 1800 km², localizada a sudoeste do Estado do Rio de Janeiro e compreendida entre os meridianos de 43° 37' e 43° 52' a oeste de Greenwich e os paralelos 22° 45' e 22° 55' de latitude sul (Figura 1).

É constituída pelos vales dos rios Guandú e Itaguaí e de outros pequenos cursos d'água que, na sua maioria, desembocam na baía de Sepetiba.

A linha divisória de sua bacia hidrográfica, partindo da Pedra de Guaratiba, passa pelas serras Prata do Cabuçu, Madureira, Gericinó, Tinguá, S. Pedro, Santana, Catumbi, Araras, Caçador, Leandro, Itaguaçu e Lajes, vindo morrer na ponta de Mangaratiba.

Possui clima do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, com três meses de seca, clima quente e úmido com estação chuvosa no verão e estiagem no inverno. A temperatura média anual é da ordem de 23,3 °C, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes, 26,3 °C e 26,5 °C, respectivamente, enquanto em junho ocorrem as médias mensais

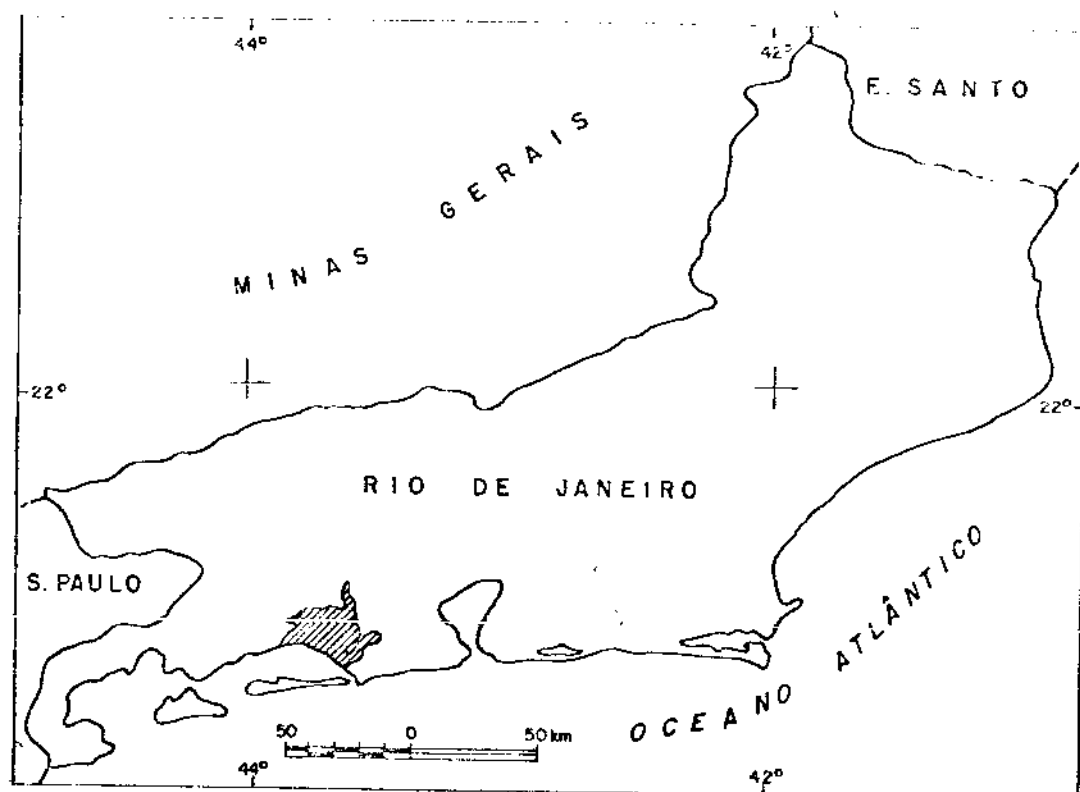


Figura 1. Localização da região.

mais baixas com temperaturas de 20,9 C e 21,4 C, respectivamente. As máximas absolutas atingem temperaturas próximas de 41 C no verão e mínimas absolutas no inverno inferiores a 10 C. A precipitação média anual é de 1.247 mm. O período de maior pluviosidade vai de dezembro a março, com maior frequência de chuvas em dezembro e janeiro. Há um período seco bem pronunciado no inverno, com níveis de precipitação de 35,6, 28,2 e 39,1 mm nos meses de junho, julho e agosto, respectivamente.

De acordo com a classificação climática proposta por Thornthwaite (1955), a região possui clima sub-úmido com pouco ou nenhum déficit de água, megatérmico, com calor bem distribuído o ano inteiro (Figura 2a e 2b).

A Tabela 1 mostra as Normas Climáticas registradas na Estação Ecologia Agrícola de Itaguaí, referentes ao período de 1940 a 1984.

A geomorfologia da região caracteriza-se por apresentar duas feições distintas. A primeira correspondente às serras e morros e a segunda do domínio das baixadas.

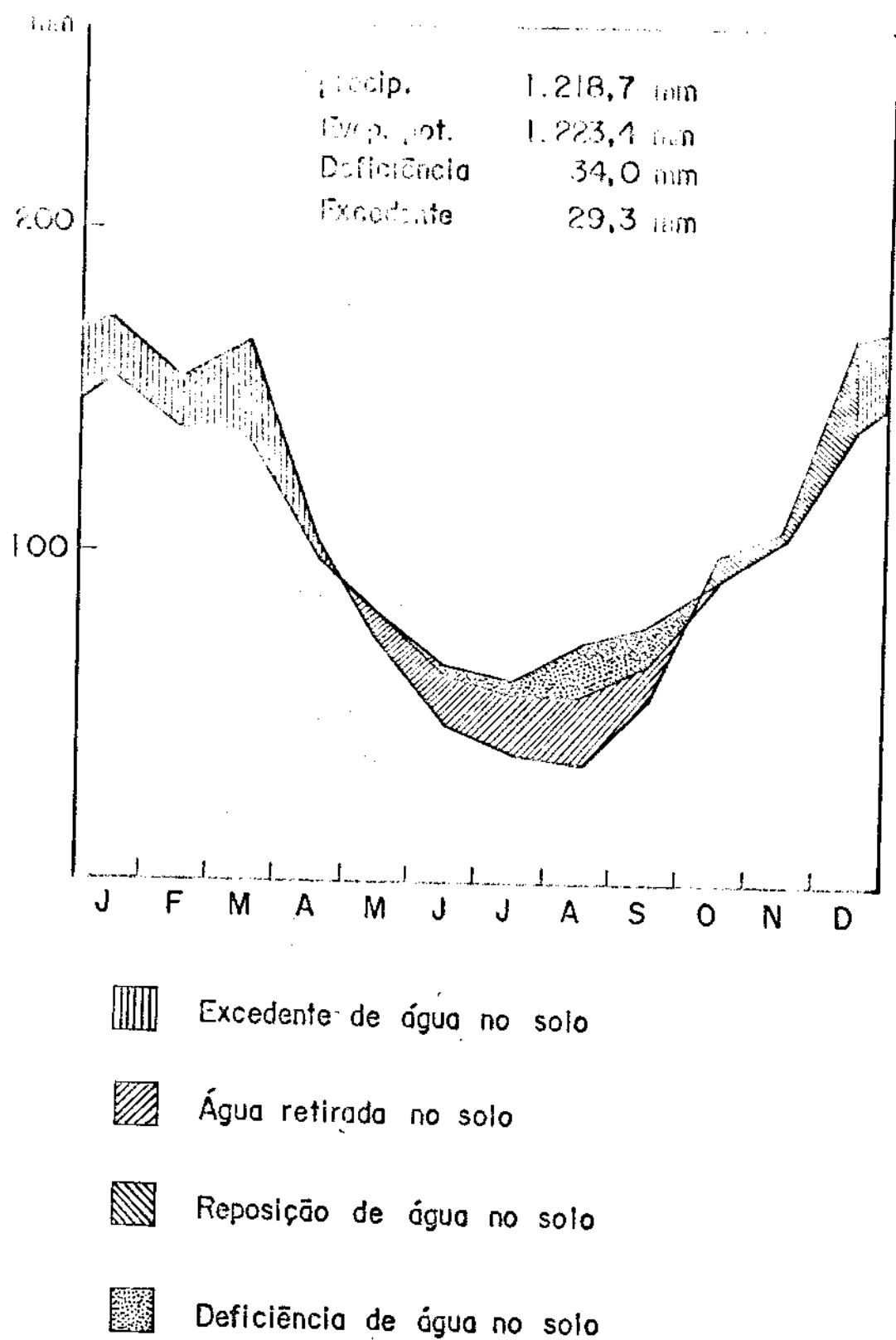
Os acidentes que se destacam nas Baixadas representam testemunhos das rochas antigas pertencentes a pontos elevados de um relevo maduro, desenvolvido em diferentes ciclos erosivos, cujos vales foram entulhados pelos sedimentos recentes (DRM, 1984). Esses acidentes, que constituem as serras e morros, são elevações cristalinas que constituem os maciços litorâneos, alguns muito elevados

Tabela 1 - Dados climáticos - Estação Ecologia Agrícola - Km 47 - Itaguaí-RJ (1940-1984)

Meses	Temperatura do ar (°C)			umidade relativa (%)	Nebulosidade (0-10)	Precipitação	Evaporação total (mm)	P - ETP (mm)	insolação total (horas e décimos)	Vento
	média das máximas	média das mínimas	média compensada			Altura total (mm)				
Janeiro	31.7	21.7	26.3	75.0	6.5	200.7	110.3	90.4	191.5	
Fevereiro	32.3	21.9	26.5	74.2	6.2	146.7	106.7	40.0	183.0	
Março	31.3	21.2	25.7	76.9	5.9	175.1	98.1	77.0	189.6	
Abril	28.9	19.0	23.6	77.7	5.6	96.7	78.5	18.2	188.5	
Maiο	27.7	17.1	22.0	75.9	4.6	58.7	82.3	-24.3	203.1	
Junho	26.7	15.7	20.9	74.6	4.3	35.6	91.0	-55.4	194.3	
Julho	26.5	15.0	19.9	72.5	4.3	28.5	103.8	-75.3	167.6	
Agosto	27.5	15.9	21.3	71.2	4.4	38.8	118.3	-79.5	196.8	
Setembro	27.5	17.0	21.9	73.4	5.6	58.3	115.4	-57.1	145.1	
Outubro	28.0	18.4	22.7	76.1	6.8	92.1	102.3	-10.2	142.7	
Novembro	28.7	19.4	23.8	76.7	7.2	133.7	93.8	39.9	153.7	
Dezembro	30.1	20.7	24.9	76.6	7.1	182.8	102.2	80.6	164.1	
Ano	28.9	18.6	23.3	75.1	5.7	1247.0	1202.7		2121.6	

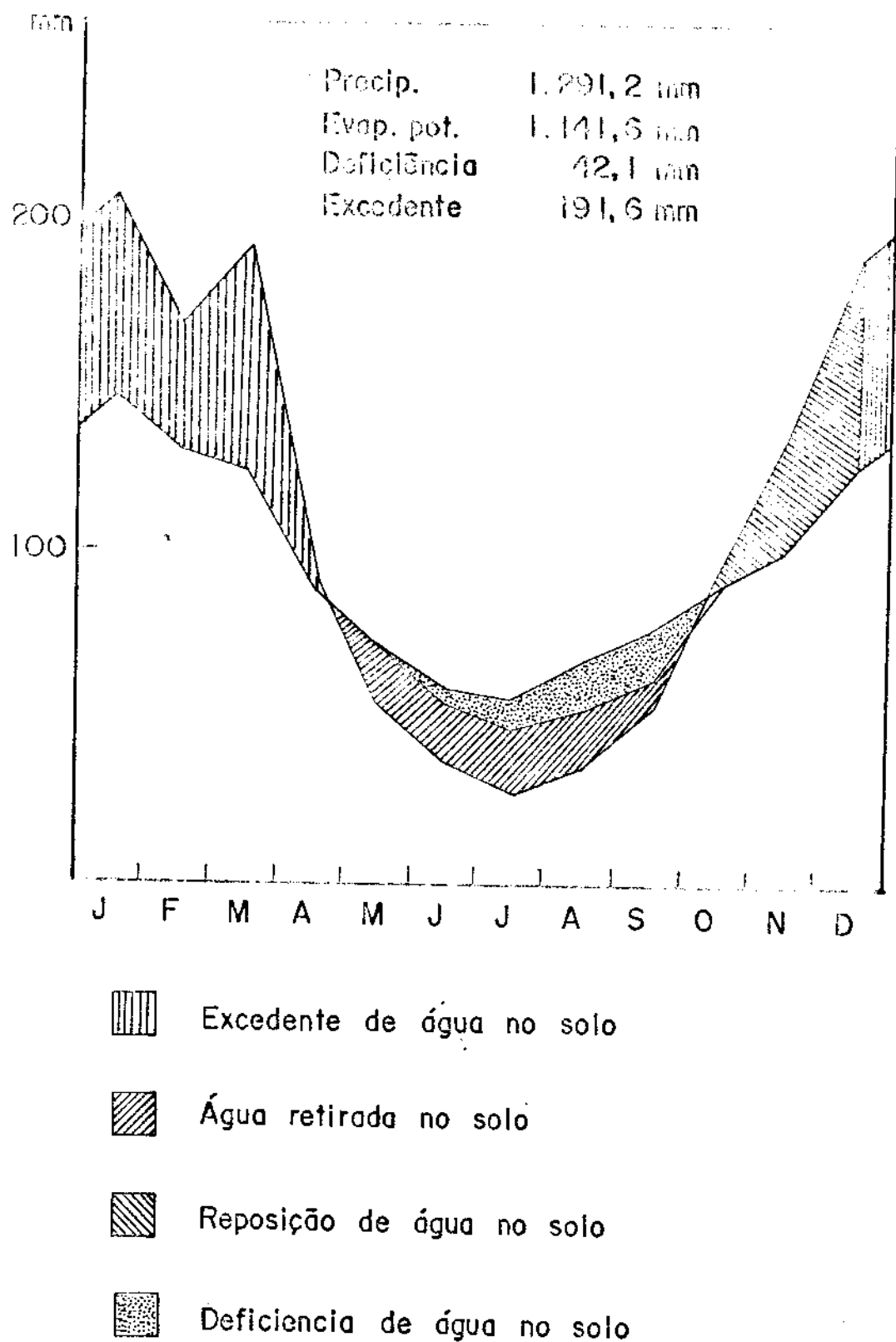
Observações: P -Precipitação

ETP - Evapotranspiração potencial



Estação: Sta Cruz Rio de Janeiro-RJ (1931-1975)

Figura 2a - Balanço hídrico segundo Thomthwaite e Mather (1955) correspondente ao Distrito de Santa Cruz.



Estação: Ecologia Agrícola - Itaguaí-RJ (1931-1975)

Figura 2b - Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) correspondente ao Município de Itaguaí.

e outros como elevações isoladas (Domingues et al, 1976). Representam uma superfície de erosão pertencente ao período pré-cambriano e cretáceo, de altitude variando de 600 a 900m, raramente atingindo 1000m. Estas elevações constituem parte de um primeiro alinhamento paralelo à Serra do Mar, extremamente arrasado pela erosão que, aproveitando as partes mais fracas das rochas, compartimentou o relevo (Ruellan, 1944).

O domínio das Baixadas, do ponto de vista fisiográfico, pode ser dividido em: a) pequenas ondulações, cuja altitude média é de 30 a 40m acima do nível do mar; e b) planícies e várzeas de altitude média de 15 metros. As ondulações são constituídas de rochas metamórficas, em geral, já completamente decompostas, formando solos eluviais e coluviais. As planícies e várzeas compreendem sedimentos recentes, arenosos ou argilosos, assim como turfas e outros depósitos típicos dessas regiões (DRM/UFRRJ, 1977).

A cobertura vegetal, de acordo com a maioria dos trabalhos consultados e que tratam de descrições de caráter regional ou nacional, está representada pela floresta tropical subcaducifolia e a vegetação litorânea.

A floresta tropical subcaducifolia caracteriza-se pela presença de plantas decíduas, que perdem as folhas durante a estação seca. Sua estrutura é variável sendo, entretanto pouco conhecida, pois foi quase totalmente destruída. Entre as espécies existentes destacam-se a

Aspidosperma sp (peroba), *Cedrela fissilis* (cedro), *Nectandra* sp (canela), *Sicklingia* sp (arraribá), *Himenaea* sp (jatobá) e a *Christia* sp (paineira), segundo Alonso (1977).

Em faixa quase que contínua, de largura variável, ocorrem ao longo do litoral diferentes formações vegetais que foram englobadas sob a denominação de "Vegetação litorânea". São as vegetações das praias, das dunas, das restingas e dos manguesais (Alonso, 1977; Domingues et al, 1976).

A ocorrência da vegetação das praias está relacionada aos solos arenosos litorâneos, sob a influência das marés e das vagas, estando disposta à ação da salinidade que determina seu caráter psamófilo-halófilo. É constituída de plantas desde o porte rasteiro, herbáceo até subarbustivo, cuja variação está relacionada com a intensidade das marés. Entre as espécies existentes destacam-se a *Irasine portulacoides*, *Eranium racemobum* (capim-de-areia), *Sporobolus virginicus* (grama-de-praia), *Ipomoea* sp (campainha-branca), *Canavalia obtusifolia* (feijão-da-praia), *Bemina marítima* (alecrim-da-praia), *Ipomoea pes-caprae* (salsa-da-praia) e a ocorrência da *Allagoptera arenaria* que é uma planta anã que habita o limite entre a praia e a vegetação de restinga.

A ocorrência dos manguesais está intimamente ligada aos solos pantanosos, oriundos da deposição de sedimentos finos no fundo das baías e estuários, sujeito a influência das águas do mar. É constituído de plantas halófilas de

porte arbustivo, chegando por vezes arbóreo. As principais espécies existentes são a *Rizofora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia tomentosa* (mangue siriúba) e a *Ragunculara racemosa* (mangue branco).

Nas restingas encontramos uma vegetação que apresenta uma diversividade fisionômica, desde a cobertura rasteira à arbórea, distribuída em faixas mais ou menos regulares, da praia para o interior. Além da vegetação arbustiva e herbácea das áreas arenosas, ocorre a vegetação herbácea embrejada e floresta de caráter esclerófilo e até mesmo pantanosas nas partes mais úmidas. As áreas de restingas foram denominadas por Rizzini (1966), citado por Allonso (1977), de floresta esclerófila litorânea. Trata-se de uma floresta de caráter psamófilo, constituída tanto de elementos das dunas e das restingas arbustivas, como das "florestas perenifólias higrófilas costeiras", com as quais tem seu limite interior. Em sua composição predominam os gêneros *Eugênia*, *Nectandra*, *Psidium*, *Miconia*, *Elettadenia*, *Ocotea* e *Clusia*, ocorrendo também uma certa riqueza de *Bromeliáceas* e *Cactáceas*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Histórico de ocupação e uso agrícola da área

A conquista da Baixada de Sepetiba data do século XVI com as primeiras lutas do europeu contra o meio hostil, porém fascinante, em busca do pau-brasil; durante os cinco séculos que se seguiram, a baixada passou por períodos de esplendor, estacionamento e decadência.

Diversos centros populosos, como Santa Cruz, Campo Grande, Guaratiba, Belém, Paracambi, Queimados, Itaguaí, Itacuruçá e Mangaratiba, nela são encontrados.

Em 1567, se inicia uma longa história, com o florescimento da Fazenda de Santa Cruz, situada entre Itacuruçá e Guaratiba, mais tarde doada aos padres jesuítas no período de 1589 a 1616. Em 1729, uma grande área situada nas cabeceiras do rio Guandu foi incorporada à fazenda constituindo-se assim, o grande latifúndio, então conhecido como Fazenda de Santa Cruz.

A Fazenda de Santa Cruz já contava nesta época, com uma igreja, um hospício, uma olaria, dezoito currais,

carpintaria, casa de farinha, armazém, forno de cal e uma aldeia de índios, entre o rio Itaguaí e a serra da Calçada.

Em 1759, ocorre a expulsão dos jesuítas que durante trinta anos tornaram as terras até então inóspitas, pantanosas e improdutivas, em saudáveis e férteis, de onde obtinham os recursos necessários à sua obra de catequese.

Grandes obras de engenharia hidráulica foram executadas na região, contando apenas com a luta e tenacidade dos padres e o braço escravo. Obras como, desvio de parte das águas do rio Guandu para o rio Itaguaí, abertura das valas do Itá e S. Francisco saindo do rio Guandu, além do grande número de valas transversais de drenagem e irrigação. Pontes, comportas e registros destinados a reter as águas volumosas e ampliar o curso das mesmas, foram construídos no sentido de proteger os campos.

Em pouco mais de um século, os jesuítas tiveram a glória de transformar uma região agreste e apaludada em terras de pastagem e de cultura.

Quando os jesuítas pensavam em ampliar suas atividades para os brejos de S. Pedro (Piloto), veio o ato de Pombal (1759) assinalando o início da decadência, decorrente do desinteresse pelas obras, egoísmo, planos errados, política, etc.

Somente em 1780-1781, as autoridades atentaram-se por Santa Cruz, com a reconstrução das obras dos jesuítas e abertura de novas estradas. Nesta mesma época foram

plântio de mandioca e a construção de casas de farinha.

Em 1793, foi construído em Itaguaí, um engenho de açúcar em várzeas contíguas à aldeia dos índios. Reconstrução de currais, aquisição de novas cabeças de gado, ampliação dos engenhos de cana-de-açúcar, implantação da cultura de café nas serras e introdução de 180 famílias na fazenda, trouxeram novamente prosperidade à região. Porém, problemas de ordem política em 1804, causaram o afastamento da direção da fazenda, iniciando-se com isso uma nova fase de decadência, com desmembramento e venda de terras.

Com a abolição da escravatura, no decorrer do segundo reinado e com o arrendamento dos campos a terceiros durante os primeiros anos de República, a malária tornou a região despovada e abandonada, uma vez que os ocupantes procuraram apenas imitar os jesuítas no setor agrícola, nada fazendo no aspecto sanitário.

Somente depois de 1918, é que as autoridades começaram a encarar com seriedade os problemas da região.

Mas não foi só em Santa Cruz que houve trabalho e prosperidade. A carta topográfica da Capitania do Rio de Janeiro, datada de 1967, atesta a grande disseminação de centros populosos e agrícolas em outras áreas da Baixada.

A freguesia de N.S. do Desterro de Campo Grande, aparece como destaque no florescimento dos primeiros cafezais, em 1763. Em 1820, quinze engenhos de açúcar e uma

olaria trabalhavam neste distrito.

Tem-se notícia de oito engenhos de açúcar e de grandes plantações de mandioca, cana-de-açúcar, café, anil e hortaliças na freguesia de São Salvador do Mundo de Guaratiba, antiga sesmaria dos padres Carmelitanos.

A leste da Fazenda de Santa Cruz, constata-se a freguesia de Marapicu. Assinala-se também as freguesias de Meriti, Jacutinga e Irajá. Nelas subsistiam quatro fábricas de açúcar, em meados de 1800.

Mais ao norte, a freguesia de Santo Antonio de Jacutinga contava, na primeira década do século XIX, com onze fábricas de açúcar e uma de aguardente.

Grande número de caminhos de terra garantiam a circulação de mercadorias entre as freguesias.

A estrada de ferro, na segunda metade do século XIX, vinha, porém, modificar rapidamente a distribuição demográfica da região. Com o desaparecimento dos portos, a concentração populacional próxima às estações e escassez de mão-de-obra, afetou consideravelmente a organização agrícola e econômica da Baixada.

A falta de recursos braçais, impossibilita os cuidados e manutenção aos rios, que obstruídos, originaram a formação de novos alagadiços, trazendo a decadência sócio-econômica da região, retornando ao primitivo estado de abandono e insalubridade.

O problema atingiu circunstância tão drástica, que

Tanto assim, que várias comissões foram criadas no sentido de apurar as causas dos insucessos anteriores e estabelecer um programa geral de ação.

A Comissão Marcelino Ramos Silva, em 1898, foi a primeira a tratar do assunto. Em 1920-1921, a Comissão de Estudos para desobstrução do rio Guandu e seus afluentes. Em 1922, foi criada a Comissão da Baixada Fluminense. Em 1925, foi instaurada a Comissão de Estudos e "O"ras contra as Inundações da lagoa Feia e Campos de Santa Cruz, onde estudos de obras exigiam levantamentos topográficos e parâmetros climatológicos, além de observações das marés. Em 1928, foi instalada a Comissão de Dragagem dos rios Itá e Guandu, onde foram realizadas obras de dragagem, retificação, limpeza e construção de pontes.

A Comissão de Dragagem de Santa Cruz, criada em 1931, daria prosseguimento as obras do Guandu e seus afluentes. Anos depois, 1935, foi organizada a Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, que através de um programa de trabalho ordenado e eficiente, fez com que a Baixada passasse a contar com obras proveitosas, com os objetivos sendo alcançados em 1940-1941 (Tabela 2, Figuras 2a e 2b).

Com as condições de salubridades melhoradas tornou-se possível a fixação do homem ao solo, abrindo novas perspectivas à vida da região, onde as terras até então abandonadas, foram sendo povoadas aos poucos, com novas construções, novos campos de cultura e surgimento de novos

Tabela 2. Serviços executados pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento, na Baixada de Sepetiba, no período de 1935 a 1941.

Ano	Limpeza e desobstrução	Dragagem		Regularização manual	
	extensão (m)	extensão (m)	volume (m³)	extensão (m)	volume (m³)
1935	142.250	2.940	95.877	-	-
1936	456.715	1.360	58.200	16.233	65.650
1937	73.189	5.920	187.739	-	-
1938	116.454	12.805	324.018	18.038	108.340
1939	99.442	40.331	782.343	24.664	113.459
1940	65.124	46.020	1.300.110	17.058	56.075
1941	43.733	54.470	1.610.214	20.683	111.378
TOTAL	996.907	163.846	4.358.501	96.666	454.902

Total de obras concluídas desde o início de colonização até 1941: 270Km de canais, 620Km de valetas, 50Km de diques, tendo sido movimentado mais de 11.500.000m³ de terra, 1.400Km de cursos d'água completamente desobstruídos, 15 pontes de cimento armado, 90 pacotes de madeira somando perto de 2.000 m de vão.

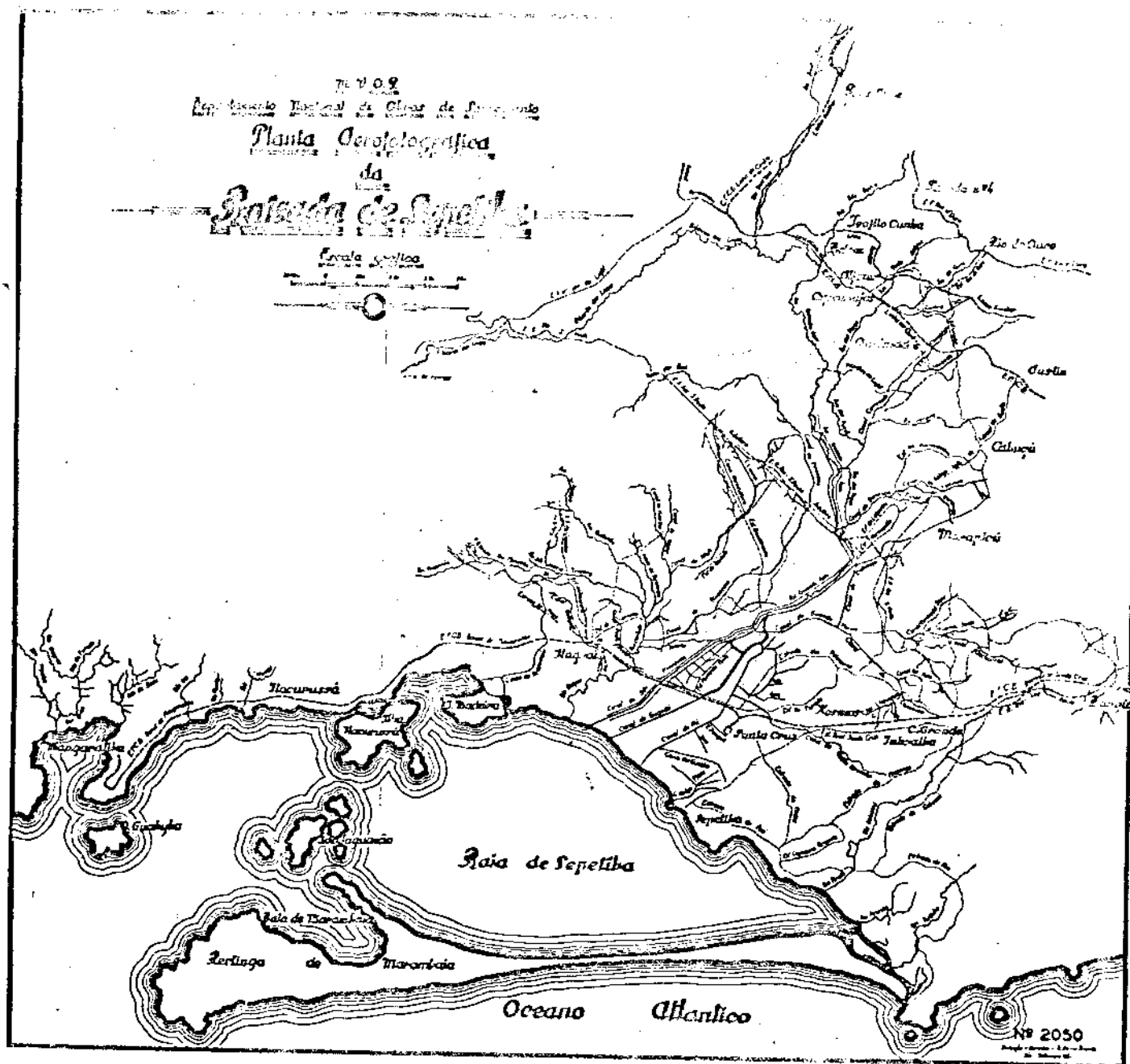


Figura 3b. Planta aerofotográfica da região depois dos serviços de saneamento.

núcleos.

Esse renascimento foi incentivado pelo governo com a instalação de núcleos coloniais, divisão de lotes e abertura de novas rodovias, além da instalação da Escola Nacional de Agronomia e do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, que tinham como finalidade centralizar, coordenar e dirigir o ensino e as pesquisas agronômicas no país.

Economicamente os resultados alcançados com os trabalhos de saneamento foram os mais promissores. A divisão de grandes propriedades e a colonização das áreas recuperadas determinaram sensível aumento de produção, cuja valorização das terras, proporcionou, sua exploração intensiva, colocando a Baixada em situação privilegiada para um completo aproveitamento, devido a sua proximidade de um grande centro consumidor.

O aproveitamento econômico da Baixada se concentrava na criação de gado e na cultura de frutas e hortaliças. Em 1940, Campo Grande, Guaratiba e Nova Iguaçu, considerados grandes centros produtores de laranja, contribuíram com a safra de 8.417.265 caixas.

A banana também, encontra condições favoráveis do meio para o seu desenvolvimento, onde Campo Grande, Guaratiba e Itaguaí aparecem como os maiores produtores na Baixada de Sepetiba.

Com as medidas governamentais destinadas a

desenvolver a horticultura nas regiões vizinhas ao Rio de Janeiro, inúmeros pequenos lavradores de Guaratiba e Santa Cruz voltaram suas vistas para a produção de legumes e verduras.

Dentre outros produtos agrícolas, que eram cultivados em larga escala na época, destacam-se o feijão, a mandioca, a batata-inglesa, o milho, o mamão e outras (Tabela 3).

Com o decorrer dos anos, a agricultura na região foi concentrando suas atividades na área de hortigranjeiros, onde o quiabo aparece como a cultura de destaque, consignando a região como a maior produtora de quiabo do mundo, destacando-se ainda, a cultura da mandioca e da batata-doce, como pode ser observado nas Figuras 4,5 e 6. Em menor escala se apresentam outros hortigranjeiros como, pimentão, berinjela, jiló, maxixe, culturas folhosas, sendo agrião, acelga, bertalha, cebolinha, serralha, assim como coentro e almeirão, as principais. Entre as frutas, goiaba e jaca se apresentam como as principais.

Fonte: Hildebrando de Araújo Goes, 1942.

CEASA-RJ (dados atuais de comercialização).

Tabela 3 - Produção exportada pelo núcleo colonial - Santa Cruz em 1941.

Culturas	unidade	quantidade
Mandioca	quilo	1.909.425
Abóbora	quilo	1.501.622
Arroz	quilo	206.880
Abacaxi	um	8.265
Banana	caixa	176.250
Batata Inglesa	quilo	321.531
Batata Doce	quilo	194.630
Cana de açúcar	quilo	6.983.542
Carvão	saco	2.845
Essência de Eucalipto	litro	72
Feijão	quilo	27.763
Hortaliças	quilo	196.638
Inhame	quilo	62.846
Laranja	caixa	99.783
Limão	caixa	1.423
Leite	litro	263.301
Lenha	m ³	35.402
Milho	quilo	303.907
Mel de abelha	litro	1.843
Ovos	dúzia	16.331
Tomate	caixa	48.122

Fonte: Hildebrando de Araujo Goes, 1941.

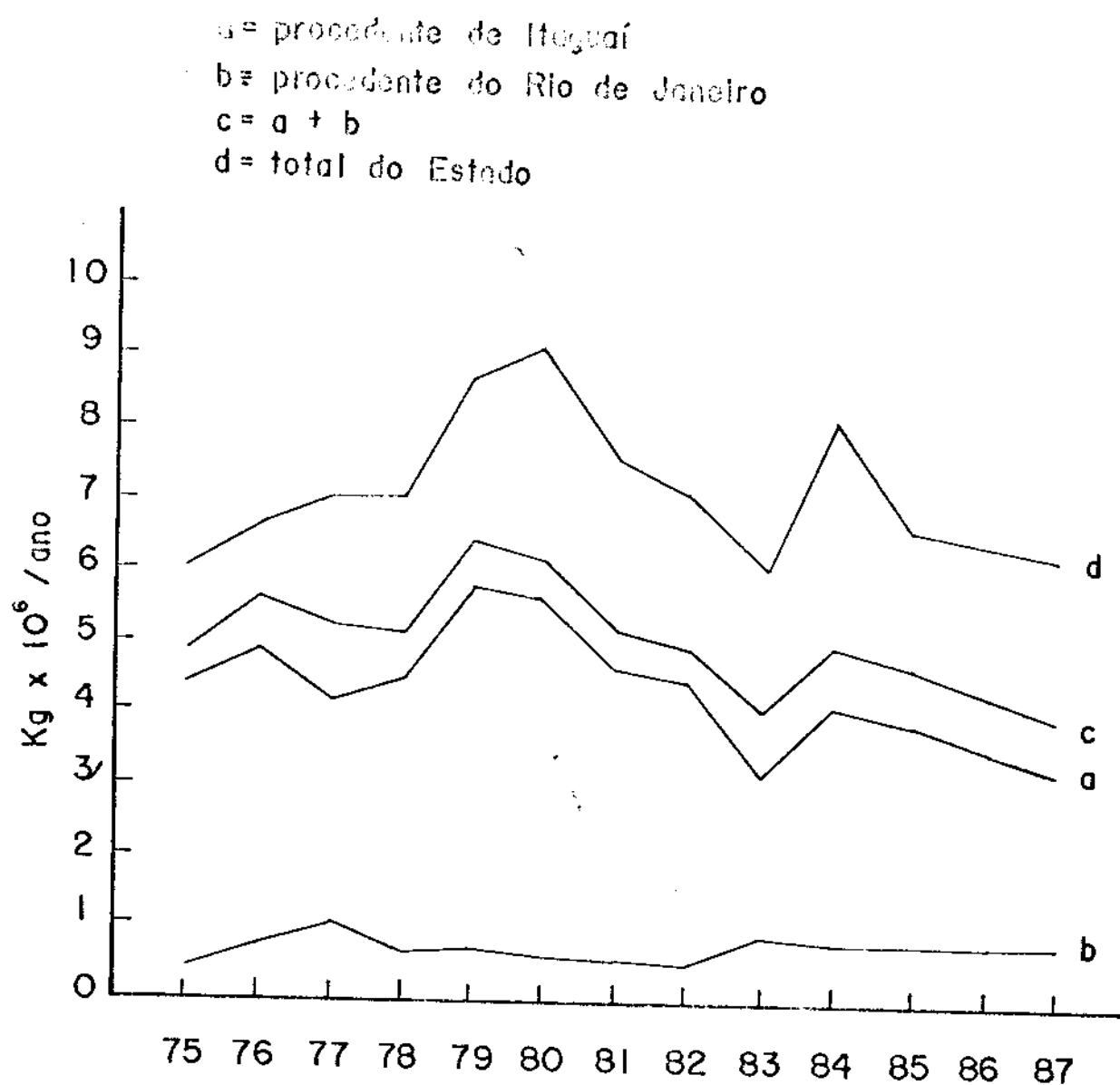


Figura 4 - Quantidade de quiabo comercializado na CEASA-RJ, durante o período de 1975-1987.

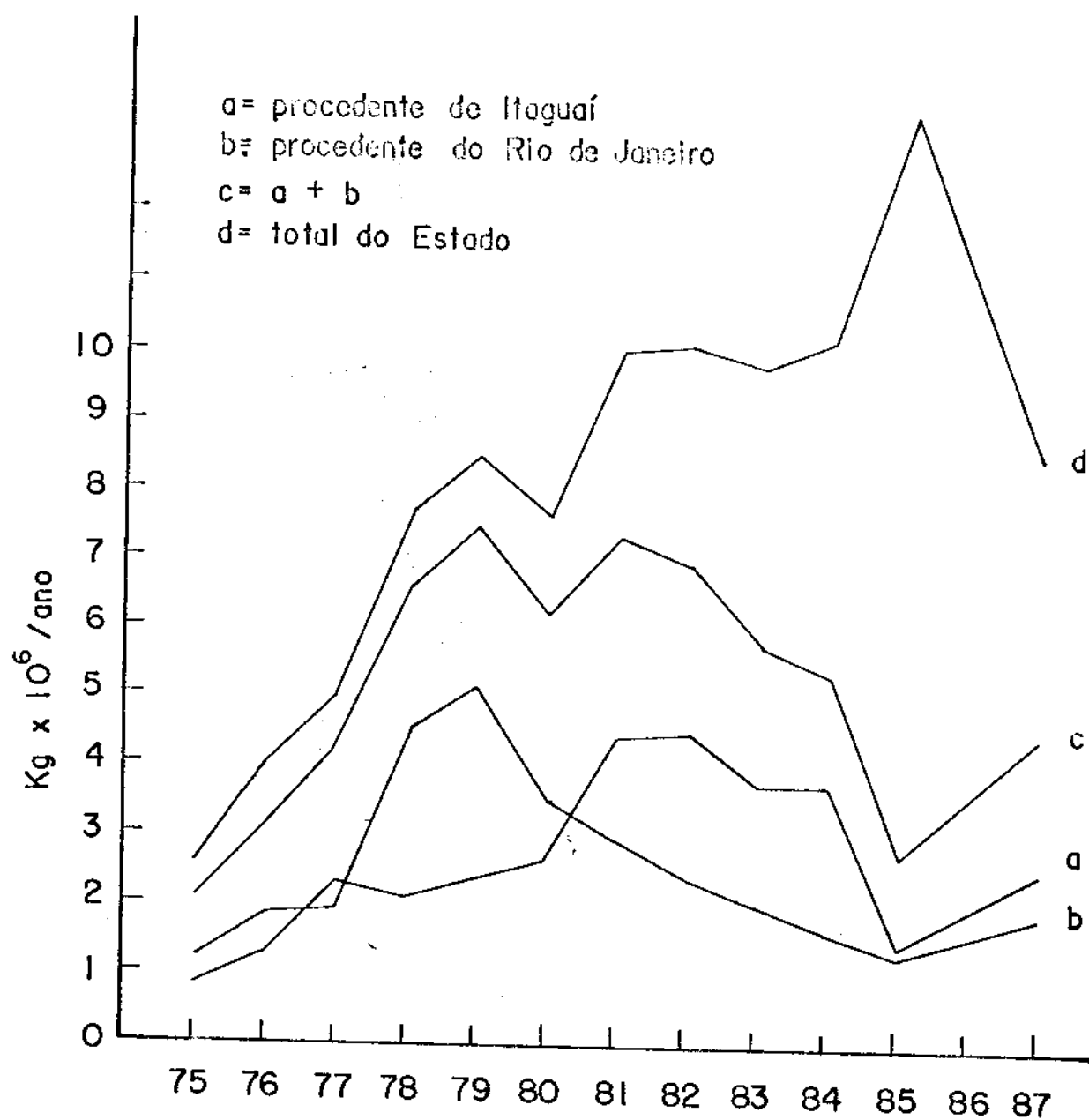


Figura 5 - Quantidade de mandioca comercializada na CEASA-RJ, durante o período de 1975-1987.

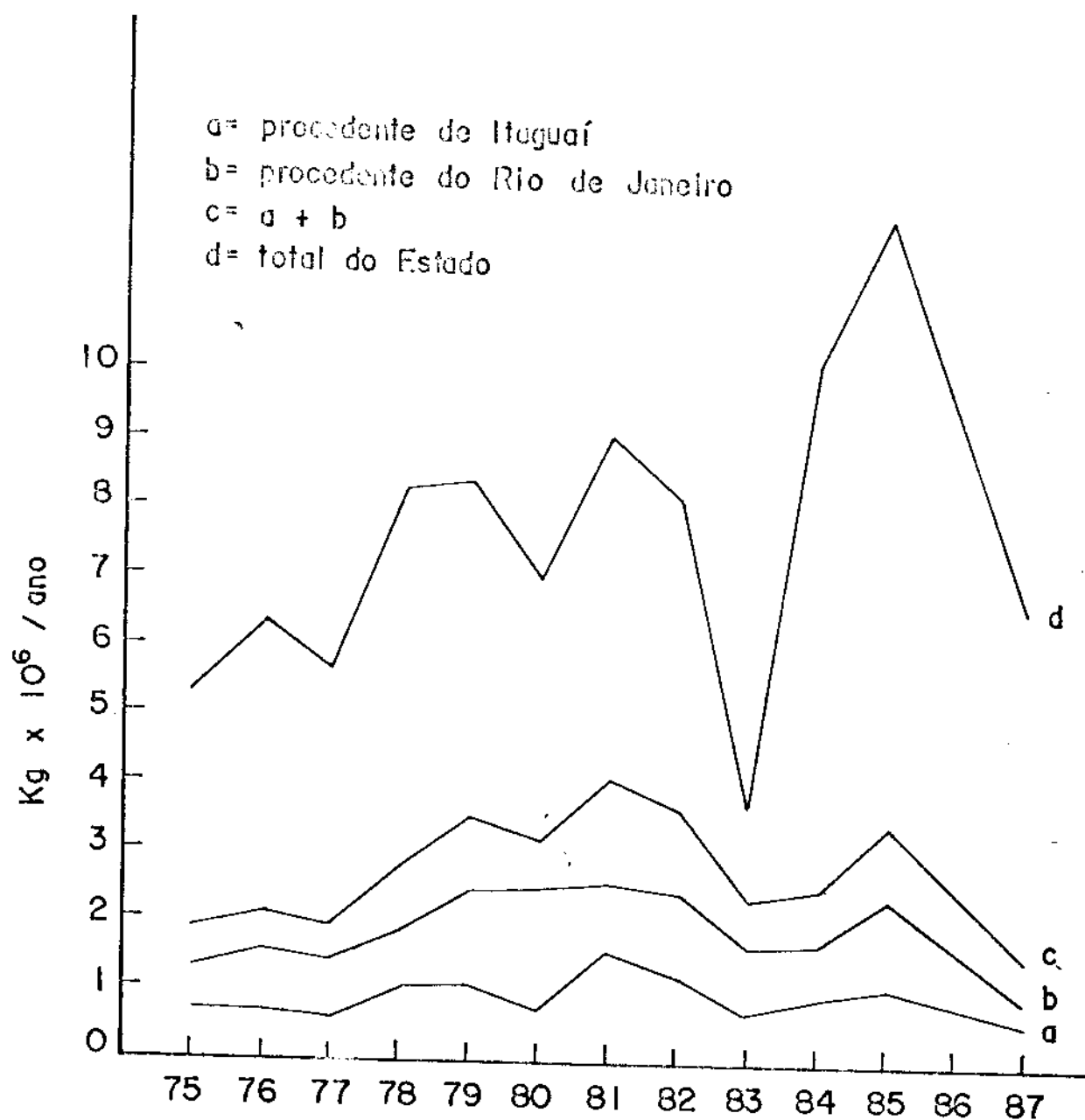


Figura 6 - Quantidade de batata doce comercializada na CEASA-RJ, durante o período de 1975-1987.

2. Matéria orgânica

2.1. Considerações gerais

A matéria orgânica do solo, é um sistema complexo de substâncias, cuja dinâmica é governada pela adição de resíduos orgânicos de diferentes naturezas e pela contínua transformação que sofre sob ação dos fatores biológicos, químicos e físicos (Kononova, 1966).

A composição química da matéria orgânica é definida por um complexo de substâncias e portanto muito heterogênea. Ponchio (1984), considera o húmus a fração mais importante no sistema solo. Segundo Toledo et al (1984), o húmus constitui a maior parte da fração orgânica amplamente distribuída no ambiente. Sua existência é inerente a todos os solos, sua qualidade e quantidade dependem de fatores edafogênicos, pois sua existência influi fortemente na fertilidade e nos processos edáficos do solo (Sastriques, 1982).

Segundo Schnitzer e Kham (1978), húmus é um agregado complexo de coloração castanha ou escuro de substâncias amorfas, resultante da degradação química e biológica de resíduos de planta e animal e das atividades sintéticas dos microorganismos. Cheng (1976), considera o húmus como sendo um produto mais ou menos estável e final, em que alguns resíduos de plantas e animais são transformados durante o processo de humificação.

O húmus se constitui de substâncias amorfas, ácidas,

poliméricas, tridimensionais de peso molecular elevado e de natureza aromática, sendo os ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas seus principais componentes (Cheng, 1976). Uma importante característica dessas substâncias é sua capacidade de formar complexos solúveis ou insolúveis em água com ions metálicos e óxidos hidróxidos e integrar com minerais de argila e complexos orgânicos (Schnitzer e Khan, 1978). Algumas características físicas e químicas fazem das substâncias húmicas um importante constituinte do solo: cor, estrutura característica, peso por volume, propriedades de coesão e adesão, peso específico, capacidade de retenção de água, permeabilidade, capacidade calorífica, contração, coagulação por eletrólitos, capacidade de troca catiônica, poder de tamponamento e odor específico (Waksman, 1936).

Outra característica importante dessas substâncias é que diferem dos compostos que lhe deram origem. De acordo com Sastry (1982), estas diferenças são substanciais: não possuem praticamente moléculas pequenas livres, possuem um maior grau de carbonização e um conteúdo menor de oxigênio, as macromoléculas que a compõem apesar de semelhantes nunca são idênticas, têm grupos carboxílicos e hidroxílicos que lhe conferem características ácidas, e o húmus em seu conjunto e nas suas principais frações, possui cores escuras no espectro visível.

2.2. Classificação e caracterização

Distintos grupos de compostos são obtidos do fracionamento do húmus, razão pelo qual existem distintas formas de fracionamento. A nomenclatura dos grupos de compostos está influenciada pelo método empregado na sua obtenção. As diferentes concepções teóricas sobre o que é em si o húmus também têm influído ativamente na classificação e nomenclatura dos compostos húmicos.

No intuito de organizar o conhecimento dos diferentes grupos de substâncias húmicas, foram propostas diversas classificações. Maiwald (1931) e Tiurin (1937, 1949), citados por Sastriques (1982), utilizaram como critério básico a separação da parte orgânica do solo, dos compostos provenientes da transformação incompleta dos restos orgânicos. Waksman (1936) empregou métodos próprios de fitoquímica, usando conseqüentemente uma nomenclatura bioquímica. Duchaufour (1963), apresentou uma classificação mais completa dos compostos e suas características. A tabela 4 condensa esta proposta.

Kononova (1966), propõe a classificação dos compostos orgânicos em dois grupos:

Primeiro grupo - resíduo de plantas e animal fresco e incompletamente decomposto; são fontes primária do húmus, podendo ser separados por métodos mecânicos (peneiramento ou agrupamento de resíduos, isolamento por meios de líquidos de densidades diferentes, dispersão ultrasônica, etc.).

Tabela 4 - Classificação dos compostos húmicos, segundo Duchaufour (1963).

Compostos húmicos	Características
1 - ácidos crênicos	solúveis em água
2 - ácidos fúlvicos	extraíveis com álcali, não precipitam em meio ácido
3 - complexo húmico-lignico ou húmico-fúlvico	iguais a anterior, porém precipitam em altas concentrações de H_2SO_4
4 - ácidos húmicos: pardos	precipitam a pH 2.5 pouco polimerizados e fracamente ligado com a parte mineral.
cinzentos	muito polimerizados e unidos com a parte mineral.
hematomelânicos	solúveis em álcool, pouco polimerizados
5 - huminas	insolúveis em álcali
6 - compostos bituminosos	solúveis diretamente em líquidos apolares

Segundo grupo - húmus do solo, incluindo dois subgrupos:

a) substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas, ácidos hematomelânicos); e b) produtos diversos de composição avançada de resíduos orgânicos e também produtos de resíntese microbiana (substâncias de natureza protéica, carboidratos e seus derivados, ceras, resinas, gorduras, taninos, ligninas, etc.). Esses subgrupos de substâncias são parte integrante do solo e não podem ser separados por métodos mecânicos.

Desta forma e de acordo com Kononova (1966), a classificação normalmente utilizante é:

Ácidos fúlvicos - é a fração do húmus extraída por álcalis e não precipitada por ácido. Geralmente são compostos de baixo peso molecular.

Ácidos húmicos - sob este termo estão incluídos as substâncias extraídas por soda e pirofosfato e que formam precipitados amorfos em meio ácido.

Ácido hematomelânicos - é a fração dos ácidos húmicos extraída por álcool.

Huminas - devido, principalmente, a sua ligação estável com a parte mineral do solo, esta fração só é extraída com soda a quente.

Jacquin (1980), citado por Santos (1984), mostra que existe uma estreita interrelação entre o peso molecular e outras características dos compostos húmicos extraídos; os

têm uma massa molecular mais fraca; os compostos de pesos moleculares importantes são os mais ligados à fração mineral e os menos solúveis. A Figura 7 exprime, em ordem de grandeza, o peso molecular e a solubilidade de diferentes compostos húmicos extraídos do solo.

As substâncias húmicas podem ainda, serem separadas em outras diferentes frações por suas características de solubilidade e dispersibilidade (Kononova, 1966; Kumada et al, 1967; Dabin, 1971; Flagg et al, 1975; Lowe, 1980). Medidas espectroscópicas em regiões diferentes do spectrum eletromagnético fornecem informações valiosas sobre como a espectroscopia do visível (400 a 800 nm) e ultravioleta (200 a 400 nm) (Schnitzer, 1971), além do infravermelho (Schnitzer, 1971; Goh et alii, 1971; Chen et al, 1977; Stevenson, 1982), são considerados bastantes úteis na classificação e caracterização das substâncias húmicas. Há ainda, no campo da espectroscopia, o método da ressonância "spin eletrón" ESR (Rex, 1960; Steelink et al, 1967; Schnitzer, 1971) e o da ressonância magnética nuclear NMR (Barron et al, 1980; Ogner, 1984), que vêm sendo utilizados no sentido de buscar melhores informações sobre a natureza e propriedades das substâncias húmicas do solo.

Diversos índices espectroscópicos, citados pela literatura, são muito utilizados na caracterização e identificação dos ácidos húmicos. O fator de cor, estabelecido por Springer (1955), citado por Couto (1984),

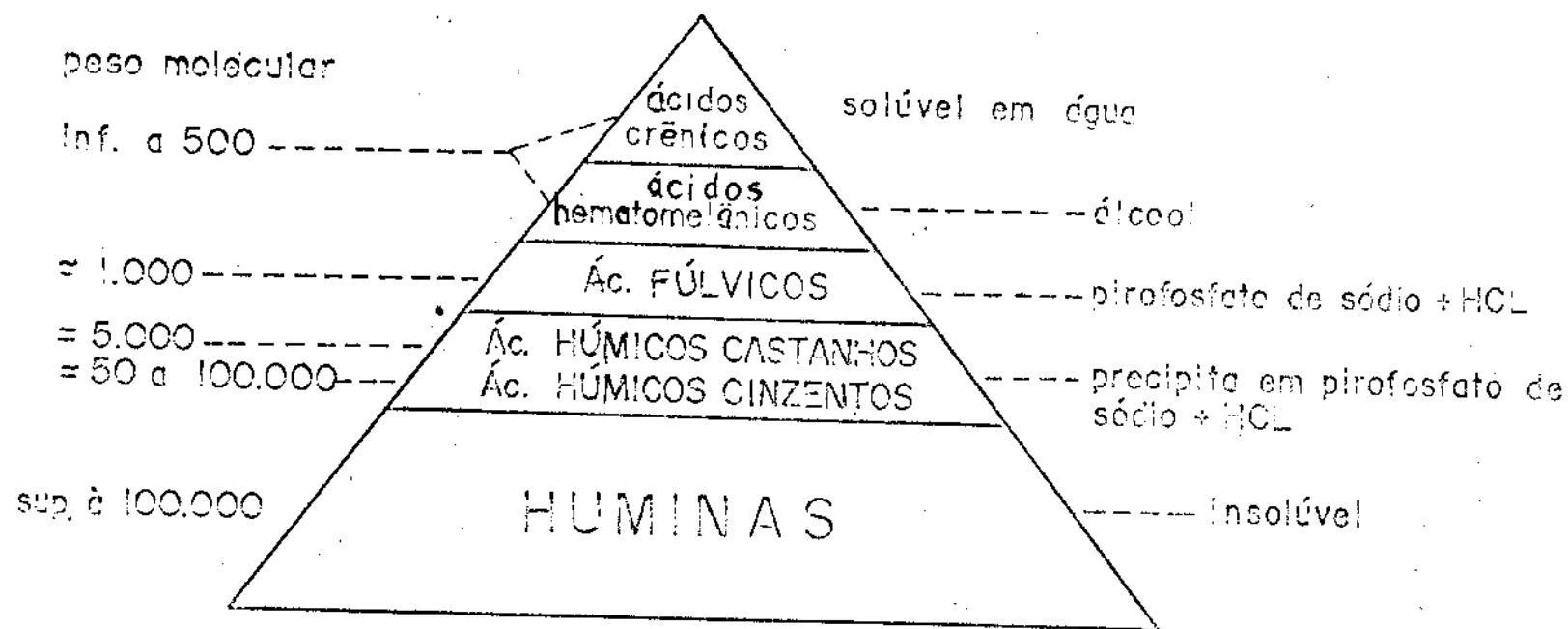


Figura 7 - Classificação dos compostos orgânicos segundo sua solubilidade e seu peso molecular (Santos, 1984)

auxilia na diferenciação dos ácidos húmicos em ácido hematomelânico, ácidos húmicos pardos e ácidos húmicos cinzentos. Outros pesquisadores como (Hock, 1942 e Wete, 1958, citados por Couto, 1984; Orlov, 1966; Kumada, 1968; Chen et al, 1977), estabeleceram o que chamaram de "índice de humificação". Outras informações, tais como o tipo de ácidos húmicos, segundo Kumada e Aizawa (1958); Kumada (1965) e Salfed (1965, 1968), citados por Flaig et al (1975) e o tamanho molecular dos ácidos húmicos (Chen et al, 1977), são considerados de grande importância quando se buscam informações relacionadas a caracterização e classificação das substâncias húmicas.

Outro método utilizado para caracterização de ácidos húmicos e fúlvicos é através da degradação de seus monômeros individuais. Tais estudos têm como objetivo elementar a produção de compostos representativo das unidades estruturais no material inicial. Os produtos obtidos fornecerão informações acerca do "tipo" de estrutura e fórmulas poderão ser idealizadas. Uma variedade de métodos de degradação tem sido aplicado para caracterização de substâncias húmicas: método oxidativo, redutivo, processos hidrolíticos, reação de despolimerização, degradação microbiana e pirólise (Stevenson, 1982).

2.3. Formação de substâncias húmicas

2.3.a. Ciclo da matéria orgânica

A evolução da matéria orgânica nos solos segundo

Jacquin (1980), citado por Santos (1984), se manifesta em duas fases principais. Uma fase de desorganização conhecida como "decomposição por biodegradação" e uma fase de estabilização de novas moléculas chamada de "humificação". Esta evolução se processa por três vias (herança, insolubilização e/ou neossíntese microbiana). Ao mesmo tempo que parte da matéria orgânica é estabilizada no solo pelo processo de humificação, parte importante é perdida através da mineralização primária (concernente à matéria orgânica fresca) e através da mineralização secundária (concernente à matéria orgânica humificada). (Figura 8).

2.3.b. Processos de formação

Os processos de formação ocorrem principalmente sob condições aeróbicas. Animais que vivem no solo podem inicialmente reduzir o tamanho dos resíduos orgânicos frescos e transformações posteriores são promovidas por enzimas extracelulares de bactérias e fungos que habitem o solo (Flaig et alii, 1975). A sua formação envolve a transformação tanto de constituintes mais complexos de plantas e animais a substâncias simples, como de compostos ou elementos simples a compostos mais complexos (Allinson, 1973; Flaig et al, 1975; Stevenson, 1982).

O primeiro processo, decomposição de resíduo de plantas e animais, é acompanhado de hidrólise, oxidação e redução, ao passo que o segundo processo consiste em síntese

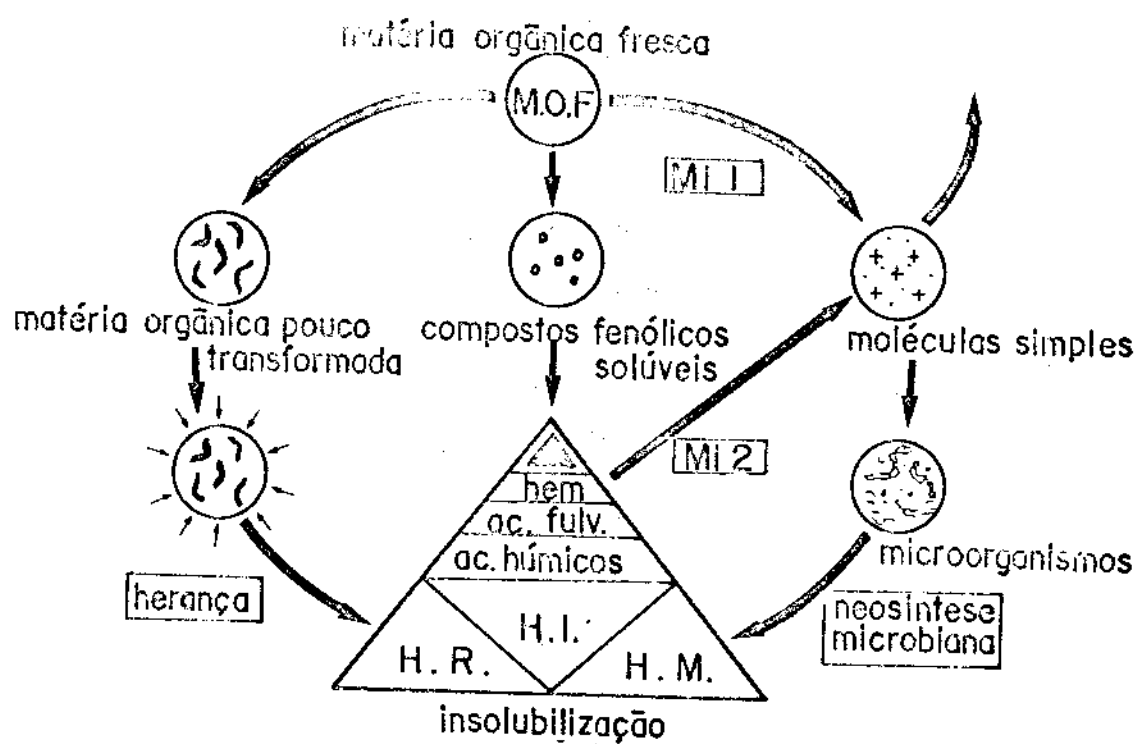


Figura 8 - Esquema geral da evolução da matéria orgânica nos solos, segundo Jacquin (1980), citado por Santos (1984).

(Schnitzer e Khan, 1978; Stevenson, 1982). Os processos de decomposição considerado primeiro, e de síntese, posteriormente, é meramente por conveniência, pois de fato os dois processos ocorrem simultaneamente e os fatores que afetam um provavelmente afetam o outro (Allinson, 1973). O húmus do solo pode ser assim considerado como uma mistura de compostos originariamente de organismos vivos e de seus produtos transformados no solo - "turnover" (Kofod, 1982).

2.3.c. Fatores edáficos

Todo fator que modifica e influi de alguma forma na atividade biológica do solo, conseqüentemente afeta o processo de formação do húmus. Suas taxas de formação e acumulação, bem como sua natureza química, dependem sobre tudo da natureza dos resíduos e das condições pelas quais a decomposição está se realizando. A influência da temperatura, conteúdo de umidade, aeração e reação do meio (incluindo suprimento de bases) são apresentados por Alexander (1967), como de importância primária. Sastriques (1982), destaca como principais, o clima, pedoclima, conteúdo de carbonato de cálcio, argila, conteúdo de ferro, pH e vegetação, salientando ainda a relação C/N, conteúdo de bases e o conteúdo de compostos solúveis. A importância das condições naturais, determinando as transformações da matéria orgânica nos solos como característica da cobertura vegetal, microflora do solo, regime hidrotérmico e

ênfatizado por Kononova (1975). Allinson (1973), além destes fatores, considera a topografia, material vegetal e sobretudo tempo.

2.3.d.Principais fontes de húmus do solo

Como já foi explicitado, a base de formação do húmus é o material deixado no solo de restos orgânicos, sendo os restos de plantas superiores, plasma microbiano e os restos da fauna do solo, os mais importantes.

As substâncias que se encontram no solo consistem principalmente em celulose, hemicelulose, açúcares, proteínas, ligninas, gorduras, graxas, resinas e taninos misturados, glucosídeos, alcalóides, pigmentos, etc. A celulose, hemicelulose e proteínas no material orgânico são rapidamente decompostas, enquanto que outras substâncias, em particular a lignina, têm muito baixa taxa de decomposição (Allinson, 1973; Kofoed, 1982). Brady (1983) apresentou a seguinte ordem crescente de resistência a decomposição para algumas dessas substâncias: açúcares, amidos e proteínas simples < proteínas brutas < hemicelulose < ligninas, gorduras, ceras.

Estas substâncias que normalmente estão sujeitas aos processos de decomposição, apresentam teores de carbono e nitrogênio distintos. Bondy e Meyer (1948) verificaram que o conteúdo de grupamentos metoxílicos (OCH₃) e nitrogênio da lignina diferem para grupos de plantas e que as percentagens

estão em torno de 5, 10, 15 e 20% de OCH e de 2,9 a 3,4, 1,2 a 1,6, 0,2 a 0,3 e 0,0% de N , para leguminosas, gramíneas, plantas herbáceas e plantas lenhosas, respectivamente.

A relação carbono/nitrogênio varia consideravelmente com a natureza do húmus. Esta relação está diretamente relacionada ao grau de resistência do material orgânico à decomposição. Quanto maior a relação, maior será a resistência à decomposição (Malavolta, 1967; Fassander, 1975; Kononova, 1975). A relação C/N varia significativamente em diferentes resíduos de plantas. Flaig et al (1975) constataram que a relação média está em torno de 100, + entretanto, durante o processo de humificação esta relação decresce devido ao consumo de carbono como fonte de energia pelos microorganismos. Quando a relação alcança uma razão de cerca de 10, o processo de humificação está mais ou menos completo. O grupamento metoxílico (OCH) também pode ser usado para determinação do grau de decomposição de um material vegetal; muito abundante nas plantas, à medida que avança o processo de humificação seu conteúdo diminui e tende a desaparecer, enquanto o teor de N aumenta (Flaig et al, 1975; Sastriques, 1982).

A grande estabilidade da lignina tem motivado que se atribua um papel de primeira ordem no processo de humificação. É encontrada nos tecidos lenhosos das plantas

mecânica de sustentação. Segundo Sastry (1982), essa estabilidade deve-se principalmente ao elevado grau de resistência ao ataque microbiano e aponta três razões fundamentais: têm uma grande quantidade de anéis fenólicos, carece de regularidade nas ligações, de forma que só sofre ataque por microorganismo que possuam uma gama de exoenzimas muito variado e, se encontra firmemente ligada com a celulose, apresentando pouca superfície de ataque. A decomposição relativamente lenta da lignina e outros constituintes fenólicos da planta conduz a idéia que estes são importantes materiais para o início da formação das substâncias húmicas (Hurst e Burges, 1967; Flaig et al, 1975; Stevenson, 1982).

No que diz respeito a celulose, de acordo com Greenland e Oades (1975), esta é considerada o principal componente carbohidratado das plantas superiores, compreendendo de uma maneira geral, cerca de 50 a 70% ou mais do peso seco das plantas. Ocorre principalmente como material da parede celular, sendo altamente insolúvel em muitos solventes. Está normalmente associada a pequenas quantidades de hemicelulose, substâncias pécticas e lignina, sendo considerada de grande importância no processo de humificação. Pode ser inteiramente decomposta sob ação de bactérias e fungos específicos, em meio aeróbico com suficiente quantidade de cálcio e rico em nitrogênio, produzindo CO_2 e H_2O ; em meios ácidos pobres em nitrogênio,

a celulose se destrói muito lentamente; em meio anaeróbico rico em bases, a mineralização da celulose é notável sob ação de bactérias anaeróbicas específicas, produzindo CO_2 , H_2O , etanol e ácidos orgânicos, enquanto que em meio anaeróbico ácido, ela não é atacada por nenhum microorganismo, se conservando.

2.3.e. Teorias e propostas de formação

Segundo Stevenson (1982), existem diferentes caminhos ou vias, que podem explicar a formação das substâncias húmicas a partir de restos de plantas e animais no solo. Estas vias são ilustradas na Figura 9. As mais importantes são: a - a teoria clássica, apresentada por Waksman (1932), em que as substâncias húmicas representam ligninas modificadas (via 4). Esta teoria foi enfatizada por Hurst e Burges (1967); b - mecanismos envolvendo quinonas (vias 2 e 3); e c - condensação de amino-açúcares (via 1).

Na via 4, a lignina é incompletamente utilizada pelos microorganismos e o resíduo de plantas torna-se parte do húmus do solo. Neste processo as ligninas sofrem modificações como perda dos grupamentos metoxílicos (OCH_3), gerando hidroxifenóis e oxidação das cadeias alifáticas laterais. O material modificado está sujeito a posteriores mudanças desconhecidas, produzindo primeiramente ácidos húmicos e posteriormete, ácidos fúlvicos.

Pela via 3, a lignina ainda desempenha um papel

maneira significativa, aldeídos fenólicos e ácidos liberados de ligninas durante o ataque microbiano, sofrem conversão enzimática a quinonas. Estas polimerizam-se em presença ou não de compostos de amino para formarem substâncias húmicas. O mesmo ocorre com polifenóis sintetizados por microorganismos, a partir de fontes de carbono diferentes da lignina (celulose), no caso da via 2.

Os mecanismos, referentes às vias 2 e 3, mais aceites, são baseados na teoria de polifenóis, onde o material inicial da síntese consiste em compostos de baixo peso molecular a partir dos quais, grandes moléculas são formadas através da condensação e polimerização.

Finalmente, produtos do metabolismo microbiano como açúcares e aminoácidos sofrem polimerização não enzimática, formando polímeros nitrogenados castanhos, mecanismo este que se processa pela via 1.

Muitos outros pesquisadores também têm estudado o processo de formação das substâncias húmicas (Kononova, 1966 e 1975); Felbeck, 1971; Faig et al, 1975; Schnitzer e Khan, 1978; Dabin, 1981). De acordo com estes autores, nem todos os aspectos de formação do húmus puderam ainda ser compreendidos, independentemente.

2.3.f. Características químicas

Com relação à estrutura das moléculas das substâncias húmicas, Kononova (1975) descreveu a presença de duas

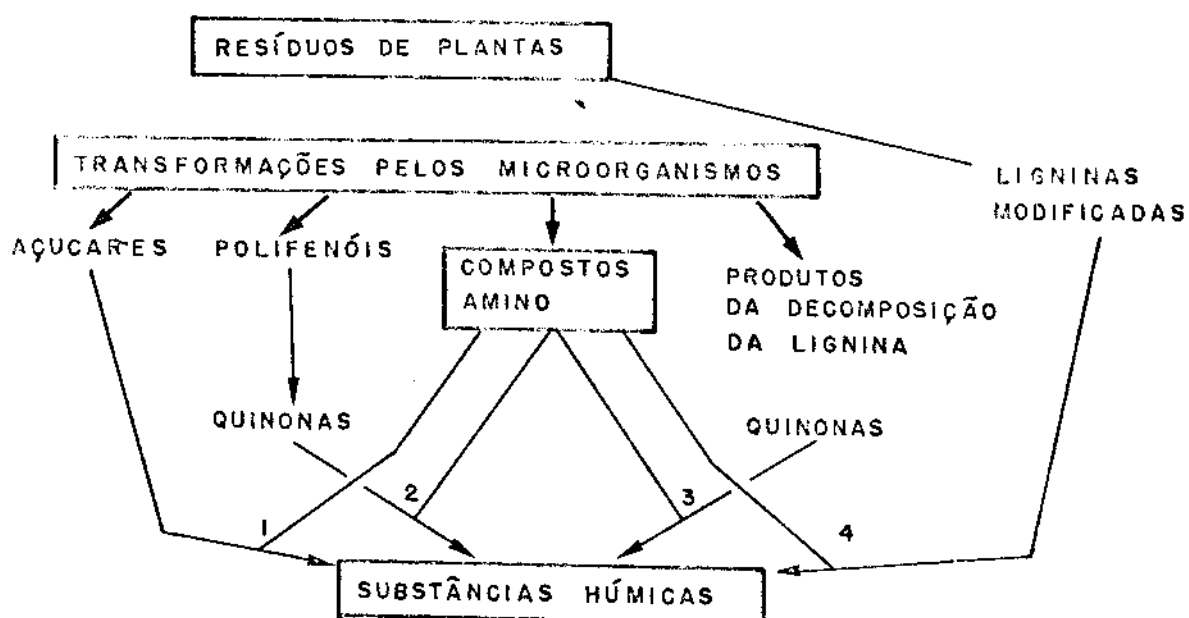


Figura 9 - Mecanismo para formação de substâncias húmicas do solo. Compo_stos sintetizados pelos microorganismos reagem: 1 - açúcares 2 e 3 - quinonas 4 - ligninas modificadas.

estruturas básicas, sendo uma formada de esqueletos de carbono aromático e outra por carbono da cadeia lateral, tendo as partes aromáticas das moléculas (núcleo) propriedades hidrofóbicas e as cadeias laterais grupos hidrofílicos. Sastry (1982) relata que as cadeias laterais são constituídas normalmente por compostos hidrofílicos como polipeptídeos, carboidratos e outros; quando as substâncias húmicas são submetidas à ação de uma hidrólise ácida, há a destruição das ligações de peptídeos e glucosídeos, produzindo aminoácidos, hexoses, pentoses, ácidos urônicos, aminoaçúcares, compostos cíclicos nitrogenados como indol e piridina, ácidos graxos e outros. A hidrólise alcalina destrói o núcleo da macromolécula aparecendo na solução, além dos compostos citados, uma grande quantidade de compostos cíclicos e aromáticos, como derivados do benzol, naftalina, antrocenol, tiofeno, quinoleína e outros.

Os conteúdos de carbono e oxigênio, acidez e o grau de polimerização mudam sistematicamente com o aumento do peso molecular. Os ácidos fúlvicos (AF), de baixo peso molecular, têm maior conteúdo de oxigênio, porém mais baixo teor de carbono que os ácidos húmicos, de elevado peso molecular. A acidez total dos ácidos fúlvicos que normalmente varia 900 a 1400mE/100g, é consideravelmente mais alta que a dos ácidos húmicos, que normalmente varia de 500 a 870 mE/100g (Stevenson, 1982). Em qualquer lugar da

parte dos hidrogênios é substituído por distintos grupos funcionais como, NH_2 , CH_3 , HSO_3 , H_2PO_3 , (OCH_3) , COOH , e outros (Sastriques, 1982), sendo os grupos carboxílicos e fenolhidroxílicos, os mais importantes, devido contribuírem para a natureza ácida das substâncias húmicas (Schnitzer e Khan, 1978; Sastriques, 1982; Stevenson, 1982; Broadbent e Braford, 1952). Portanto, como os ácidos fúlvicos são menos susceptíveis a precipitação com ácidos e cátions polivalentes que os ácidos húmicos, eles são considerados os constituintes normalmente responsável pela coloração amarela-brunada de muitas águas naturais (Stevenson, 1982).

A análise elementar proporciona informação sobre a distribuição da maioria dos elementos como, C, H, S e O, nas substâncias húmicas (Flaig et al, 1975; Kononova, 1975; Schniter, 1975). De acordo com estudos feitos por Schnitzer e Khan (1978), constatou-se que os ácidos húmicos extraídos de solos formados sob condições pedológicas e geográficas extensamente discrepantes, apresentaram conteúdo de carbono variando de 53,8 a 58,7%, o conteúdo de oxigênio de 32,8 a 38,3%; as percentagens de hidrogênio e nitrogênio variando de 3,2 a 6,2 e 0,8 a 4,3%, respectivamente, enquanto o conteúdo de enxofre mostrou uma variação de 0,1 a 1,5%. Comparando a análise elementar dos ácidos fúlvicos extraídos dos mesmos solos com a dos ácidos húmicos, verificou-se que os ácidos fúlvicos contêm mais oxigênio e enxofre, porém menos C, H e N que os ácidos húmicos, com uma variação do

conteúdo de carbono de 40,7 a 50,6% e do oxigênio de 39,7 a 49,8%.

3. Solos Orgânicos

3.1. Formação e classificação

Os Solos Orgânicos, apesar da pequena extensão que ocupam na superfície terrestre, têm grande importância para a economia de certas áreas, onde são utilizados principalmente na produção de hortaliças. Apesar dessa importância, não têm recebido a necessária atenção pelos cientistas de solos e, face a isto, são escassos os conhecimentos de suas características físicas, químicas e biológicas, bem como seu comportamento em relação aos diferentes sistemas de manejo.

Solos Orgânicos são corpos naturais que ocorrem nas turfeiras, como resultado do acúmulo de restos vegetais em ambientes saturados com água (Farnham e Finney, 1965). Segundo Buol et al (1973), a sua formação está relacionada às condições de saturação contínua de água e insuficiente circulação de oxigênio, resultando dessa maneira, uma decomposição lenta da matéria orgânica, condicionando sua acumulação. Dam (1971), citado por Demattê, observa que para haver acumulação de matéria orgânica nos depósitos turfosos é necessário que a produção desse material exceda a sua destruição.

Histosol, uma das dez ordens de solos inclusa no sistema de classificação americana (Soil Survey Staff, 1975), é nomenclatura usada pelos cientistas para

identificar os Solos Orgânicos. Segundo Lucas (1982), o processo de formação do Histosol devido as condições de saturação por água é chamado "paludificação". Os principais fatores ambientais que influenciam na acumulação da matéria orgânica e nas propriedades físico-químicas destes solos são: 1 - balanço e fonte de água, 2 - conteúdo mineral da água, 3 - clima, 4 - origem da cobertura vegetal, e 5- manejo após drenagem.

Broadbent (1960) relata que a decomposição da matéria orgânica é controlada por um número de fatores, entre os quais, o conteúdo de umidade, temperatura, composição do depósito, acidez, atividade microbiana e tempo, são os mais importantes.

A classificação dos depósitos orgânicos tem utilizado geralmente como base, o estágio de decomposição da matéria orgânica. Os depósitos que se encontram em estágio de pouca ou nenhuma decomposição, são denominados de turfa ("peat") onde é possível a identificação das plantas que foram depositadas, enquanto que aqueles depósitos com elevado grau de decomposição são denominados de "muck" (turfa decomposta ou turfa mineralizada), nos quais não é possível a identificação das plantas que lhe deram origem (Buckman e Brady, 1970). Alguns outros nomes comuns para depósitos de materiais orgânico são: "bog", "fen", "moor", "mire", "muskeg" e outros.

No intuito de sistematizar e organizar o conhecimento

desses solos, foram propostas diversas classificações para as mesmas. Wilde et al (1949); Nygard (1954) e Dawson (1956), utilizaram como critério básico de classificação, a origem botânica do material ligado a gênese dos mesmos. O estado de decomposição do material orgânico também é uma característica importante que tem sido usada com propósitos de classificação (Post, 1924; Kaila, 1956; Schnitzer e Hoffman, 1966 e Lyn et al, 1974). Esses critérios estão inseridos no novo sistema de classificação americana (Soil Survey Staff, 1975).

As subordens diferenciam os Histosols pelo seu grau de decomposição nos 30 a 90 cm da camada subsuperficial em "saprists", "hemists" e "fibrists". Em complemento, uma quarta divisão denominada "folists", descreve Solos Orgânicos que consiste em terriço de folhas e fragmentos de lenha sobre rocha ou cascalho. A nível de grandes grupos, essa divisão separa os Histosols pelo regime de temperatura material humilúvico, presença de fibras de "sphagnum" e de compostos de enxôfre.

3.2. Subsidiência

Basicamente o manejo de Solos Orgânicos para fins agrícolas envolve práticas de manejo de água (Stephens, 1955). Um dos problemas mais sérios que esses solos apresentam refere-se à facilidade pelo qual eles subsidem ou decrescem em volume, quando o lençol freático é mantido abaixo da superfície (Clayton, 1943).

Segundo Dawson (1956), cinco causas são sugeridas para a subsidência: oxidação da matéria orgânica, fogo, compactação, contração e erosão eólica, sendo que a primeira o autor considera a principal. Tomas (1965) acrescenta ainda como causas da subsidência, a drenagem, a erosão pela água, exploração mineral de turfa. Lucas (1982) relata que a taxa de subsidência é influenciada por diversos fatores, incluindo: 1 - oxidação biológica; 2 - altura do lençol freático; 3 - característica do material orgânico; 4 - compactação; 5 - fogo; 6 - erosão eólica; 7 - erosão pela água; 8 - contração e desidratação;; 9 - subsidência geológica e, 10 - sistema de cultivo.

A prática de manejo de água nesses solos envolve um controle cuidadoso da drenagem, tanto na superfície como na subsuperfície, pois tanto a drenagem insuficiente como a drenagem em excesso são prejudiciais às características físicas, químicas e biológicas dos mesmos.

A subsidência é notória nos primeiros anos após o estabelecimento do sistema de drenagem, sendo nesse período conhecida como "subsidência inicial".

A drenagem é portanto, um fator reconhecidamente responsável pela subsidência inicial. Quando a drenagem é executada, condições naturais de preservação da matéria orgânica são perturbadas. Assim, a taxa de subsidência está fortemente relacionada com a altura do lençol d'água do terreno.

subsidiência ao longo dos anos, é o Holme Post, localizado em Holme Marsh Hunts, Inglaterra, instalado em 1840 num Solo Orgânico, a uma profundidade de 6,60 m da superfície do terreno, altura ao qual se encontrava o material mineral subjacente. Em 1932, a subsidiência havia alcançado 3,25 m (Darby, 1940, citado por Stephens, 1956). Após 19 anos, Nickolson (1951) verificou que a subsidiência tinha alcançado 3,48 m, isto significa dizer que a subsidiência estava se sucedendo a uma taxa muito baixa no período entre as duas leituras, quando comparada com a subsidiência ocorrida no período de 1848 a 1932.

Stephens (1956) estudando a subsidiência de Solos Orgânicos em Everglades no sul da Flórida, USA, verificou que ela era cerca de 3 cm ao ano sob cultivo e diretamente relacionada com a profundidade do canal artificial de drenagem, enquanto que nos solos de Southern Ontario, Mirza e Irwin (1964) constatarem uma média anual de 3,3 cm ao ano da taxa de subsidiência.

Row (1940) estudando mudanças num Solo Orgânico resultante da drenagem, em Minnesota, USA, verificou que o mesmo subsidiu cerca de 12 cm por ano nos primeiros 3 anos depois da drenagem, porém a taxa de subsidiência diminuiu após a subsidiência inicial.

Em Indiana, Ellis e Morris (1945) constatarem que a taxa de subsidiência de um Solo Orgânico com lençol freático à 90-100 cm de profundidade e drenado continuamente por mais

de 30 anos, era de 3 cm ao ano. Constataram ainda que a taxa de subsidência aumentou com o aumento da profundidade de drenagem. Ainda, em Indiana, Jongedyk et al (1950) encontrou taxas de subsidências de 1,1, 1,8 e 3,0 cm num período de 5 anos, onde os lençóis d'água de 42, 68 e 98 cm, respectivamente, foram mantidos.

Jongedyk et al (1950), Stephens (1956), e Mirza e Irwin (1964), desenvolveram equações expressando as taxas de subsidências para suas áreas geográficas, sendo que em cada equação, a média de profundidade do nível d'água do terreno deve ser conhecido para que se possa calcular a taxa média anual de subsidência.

A oxidação, considerada uma das causas da subsidência, é afetada por diversos fatores, sendo a profundidade do nível d'água do terreno a mais importante (Clayton, 1943, Neller, 1944, Stephens, 1956, Mirza e Irwin, 1964). Um outro fator é a compactação (Harmer, 1937, citado por Thomas, 1965), além da temperatura, reação do solo (pH) (Powers, 1932). Volk (1973) cita além da temperatura, o tipo de Solo Orgânico e a umidade do solo. A perda volumétrica do Solo Orgânico acompanhado da oxidação biológica tem sido relatada com detalhes por Clayton e Neller (1943), Stephens e Johnson (1951), Allison (1956), Stephens (1956) e outros.

A contração devido a desidratação explica a maior parte de subsidência excessiva obtida durante os primeiros anos em consequência da drenagem e cultivo, sendo a

(Allindon, 1956). A mudança na densidade do solo antes e depois da drenagem indica uma boa estimativa sobre o grau de contração. Esse grau depende da profundidade da drenagem e do material orgânico que formaram o depósito. A amplitude da irreversibilidade devido a secagem em Solos Orgânicos, pode ser determinada por um método desenvolvido por Hooghaudt (1950).

A desidratação resultante da drenagem do solo, seguido da compactação por máquinas, equipamentos e animais, poderá causar alguma subsidência, mas não muita, devido não ocorrer nenhuma perda de solo (Weir, 1937). Isto sustenta a afirmativa de Harmer (1937), citado por Thomas (1965), que considera a compactação benéfica, especialmente se a área for excessivamente drenada, pois segundo este autor, a compactação aumenta a capilaridade do solo, reduzindo portanto a aeração do mesmo, diminuindo conseqüentemente o processo de oxidação.

Neller (1944), em condições de campo, verificou que ocorria um aumento de dióxido de carbono no solo com a profundidade do nível d'água do terreno. Este aumento chegou a ser 9 a 14 vezes se comparadas as profundidades de 30, 60 e 90 cm. A média anual de subsidência encontrada por este autor foi de 1,4, 3,7 e 4,6 cm para as profundidades do lençol freático de 30, 60 e 90 cm, respectivamente. Constatou ainda, que as medidas de subsidência indicavam maior perda da turfa pela ação da oxidação e que somente

uma pequena parte desta poderia ser atribuída à compactação.

Como já foi mencionado, a taxa de subsidência causada pela permanente contração ou secagem irreversível, além de depender da profundidade da drenagem, depende também da matéria orgânica que formou o depósito. Allinson (1956), estudando o processo de contração de dois Solos Orgânicos da Flórida, USA, sendo um constituído de material orgânico em estágio de lenta decomposição ("peat") e outro de material orgânico em estágio avançado de decomposição ("muck"), verificou que o volume original de cerca de 2.592 polegadas cúbicas, reduziu-se a 952 e 883 polegadas cúbicas, respectivamente. Essas amostras, secas ao ar durante vários meses, quando foram embebidas na água por dois meses, recuperaram somente 20% do seu volume perdido, indicando o efeito permanente da drenagem excessiva.

Na Holanda, Schothorst (1977), em condições de rebaixamento do lençol freático de 25 para 75 cm, verificou que a subsidência foi de 6 a 10 cm para um período de 6 anos, sendo que desta subsidência, 65% foi devida a contração e oxidação e apenas 35% devida a compactação.

A subsidência de Solos Orgânicos pode ser diminuída pela manutenção do nível d'água próximo à superfície do terreno, tanto quanto possível para o uso agrícola da terra (Clayton, 1943; Stephens, 1956; Mirza e Irwin, 1964; Slusher et al, 1974; Zelazny e Carlisle, 1974; Lucas, 1982)

freático, outras práticas de manejo têm sido sugeridas por diversos autores, como a cobertura da superfície do Solo Orgânico com material mineral (Slusher et al, 1974; Zelazny e Carlisle, 1974); incorporação de resíduos de plantas (Bingeman et al, 1953; Stotzky e Mortensen, 1958; Thomas, 1965) e pela inibição de enzimas degradativas do solo através da adição de fertilizantes cúpricos (Mathur et al, 1980).

3.3. Ocorrência dos solos em estudo na região

Como já ressaltado anteriormente, poucos estudos têm sido realizados em solos enriquecidos com matéria orgânica, em virtude da deficiência de conhecimentos da dinâmica da matéria orgânica em solos.

No Estado do Rio de Janeiro, observações atuais confirmam o elevado estágio de mineralização da matéria orgânica destes solos, em diferentes regiões e sob diferentes tecnologias de uso e manejo. Estas observações têm mostrado que o uso de tecnologias impróprias aplicadas à Solos Orgânicos e Semi-Orgânicos contribui de forma decisiva para a diminuição das áreas deste solo no Estado.

Os primeiros levantamentos de solos executados na região de estudo por Mendes, (1954) e M.A., (1958) constataram a existência na mesma de grandes áreas de Solos Orgânicos, Semi-Orgânicos e Hidromórficos (gleizados), região esta, de elevada vocação para a produção de hortigranjeiros. Palmieri

do Rio de Janeiro, verificaram que estas classes de solos encontradas na região de Santa Cruz e adjacências, representavam aproximadamente 10% de todo município. Atualmente estas áreas são bastante reduzidas, por efeito de mineralização rápida da matéria orgânica e de ocupação indevida para outros usos representando não mais do que 3% do constatado por aqueles autores (Ramos, 1989, informação pessoal).

Constatação como esta é de suma importância, se levarmos em consideração que em condições tropicais o decréscimo nos teores de colóides orgânicos diminui significativamente as características de atividades desses solos, visto que a fração mineral é constituída predominantemente de argila de atividade baixa.

O manejo inadequado de solos e da água na região de estudo, tem sido apontado como causa principal da rápida mineralização da matéria orgânica, especialmente no que concerne ao elevado abaixamento do lençol freático, causado pelo sistema de drenagem até então estabelecido, com a função principal de saneamento básico da região.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Solos estudados

Para atender os objetivos do presente trabalho foram coletados quatro perfis de solos em duas áreas da região de Itaguaí-Santa Cruz, RJ. Na área I foram coletados dois perfis, PRV-1 e PRV-2, referentes a Solos Hidromórficos, essencialmente orgânicos, desenvolvidos mediante deposições recentes ou sub recentes de resíduos vegetais, depositados sob condições de excesso de água permanente. Na área II foram coletados os outros dois perfis, PRV-3 e PRV-4, referentes a Solos Hidromórficos, minerais, com horizonte diagnóstico glei. A localização dos perfis encontra-se na Figura 10 e a descrição morfológica no Apêndice.

Os perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4 são referentes à áreas cultivadas continuamente com hortaliças por mais de 4 décadas. O perfil PRV-2 refere-se à área que foi cultivada com arroz durante longo período, mas que aproximadamente há duas décadas se encontra sem cultivo, em estado de pousio com cobertura vegetal perene.

2. Caracterização física, química e morfológica.

A descrição dos perfis e coleta de amostras foram realizadas conforme as normas do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1982). A descrição dos perfis PRV-1 e PRV-2 foi completada com base nos trabalhos de Lee e Manoch (1974).

As amostras de solos coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com abertura de 2,0 mm de diâmetro. Na fração menor que 2,0 mm que constitui a terra fina seca ao ar (TFSA), foram realizadas as análises físicas e químicas, com exceção para amostras indeformadas que exigiam a manutenção das relações material sólido - espaço de poros para as devidas análises. Os resultados estão expressos em TFSE (terra fina seca em estufa, a 110 C) para o que foi utilizado o fator de correção da umidade residual.

Análise física

Densidade aparente (dap)

Determinada pela pesagem de 3 (três) amostras de 190 cm³ cada, coletadas conforme procedimento descrito por Uhland (1949), após secagem a 105 c.

Porosidade total

Calculada segundo a fórmula:

$$pt = 100 \cdot (dr - dap) / dr$$

Curva de retenção de água

As curvas foram determinadas através do conteúdo de

água retida em amostras de solo (terra fina 2 mm), colocadas em anéis de borracha e submetidas a tensões de 0,10, 0,33, 1,0, 5,0 e 15,0 atmosferas, utilizando-se aparelho de placa de pressão conforme procedimento descrito por Richards (1954). A água disponível foi estimada pela diferença no conteúdo de água entre as tensões de 0,33 e 15,0 atmosferas.

Superfície específica

Determinada pelo uso de etileno glicol monoetil (EGME), segundo metodologia descrita por Cibacek e Brenner (1979), na terra fina seca ao ar (<2mm). Foram feitas pesagens de aproximadamente 1,0 g e colocadas em dessecador com P_2O_5 anidro, até a obtenção de peso constante. Nas amostras, ao se atingir um peso constante, foram adicionadas 1,2 ml de EGME e em seguida colocadas em dessecador com $CaCl_2$ anidro e submetidas a vácuo, fazendo-se pesagens em intervalos pre-determinados até se obter o peso constante.

A superfície específica total foi calculada pela fórmula:

$$St = \frac{g \text{ (EGME)}}{g \text{ (amostra)} \times 2.86 \times 10^{-4} \text{ g/m}^2}$$

Análises químicas

As análises químicas referentes ao carbono orgânico, nitrogênio total, pH em H_2O e KCl , fósforo assimilável, cálcio, magnésio, potássio, sódio e alumínio trocáveis, acidez trocável ($H^+ + Al^{+++}$), cálculo de valores de soma de

base (S), capacidade de troca de cátions (T), saturação por base (V%), saturação por alumínio ($100 \times \frac{\text{Al}^{+++}}{\text{Al}^{+++} + \text{S}}$), foram realizadas no laboratório de solos do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, segundo os métodos inseridos no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA 1979).

3. Fracionamento e caracterização da matéria orgânica

A extração e fracionamento do material húmico das amostras de solo foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Dabin (1978) e Kononova (1966). A caracterização dos ácidos húmicos se deu por espectrofotometria de absorção através de um espectrofotômetro Beckman modelo DU-8.

A extração do material humificado foi feita com uma mistura de pirofosfato de sódio 0,1M e soda 0,1N. Esta técnica nos fornece uma só forma de ácidos húmicos e o total dos ácidos fúlvicos "ligados". Os ácidos fúlvicos livres foram extraídos pelo H_3PO_4 2M.

3 4

Descrição

Preparo das amostras

As amostras, após chegarem ao laboratório, foram secas ao ar, destorroadas e passadas em tamis de 0,5 mm, na qual foram procedidas as extrações e dosagem do material húmico.

Para amostras com teor de carbono total superior a 10% foram utilizadas 5,0g de solo; amostras variando de 5 a 10% de carbono, 10,0g de solo e, inferior a 5% de carbono, 30,0g de solo.

Extração ácida

As amostras de solo pesadas, de acordo com o teor de carbono total, foram adicionadas 200 ml de H_3PO_4 2M. Em seguida colocadas em agitador por 30 minutos e centrifugadas por 10 minutos a 1500 rpm. Após o processo de agitação e centrifugação, filtrou-se o sobrenadante e o filtrado recolhido em balão de vidro de 1000 ml. A operação de extração foi repetida três vezes utilizando o mesmo papel de filtro e balão de vidro, obtendo-se aproximadamente 600 ml de extrato. Para amostras de solos com baixo teores de carbono total, esta operação foi repetida duas vezes somente. Os restos vegetais sobrenadantes recolhidos no filtro no momento da filtração, formam a fração de materiais leves. O líquido de filtração, de coloração amarelada, foi conservado no balão fornecendo a solução "A" (ácidos fúlvicos livres).

Lavagens

O resíduo centrifugado foi lavado com 600 ml de água deionizada, dentro do mesmo recipiente. Este processo foi realizado em 3 (três) etapas. Em cada etapa foram adicionadas 200 ml de água deionizada, seguida de agitação por 15 minutos em agitador e centrifugação a 3500 rpm. Após, foi feito o recolhimento do material vegetal no sobrenadante, através de um filtro e juntado ao material precedente. O líquido filtrado da lavagem foi descartado. Todo o material livre (leve) retido no papel de filtro foi

então lavado com água deionizada, seco ao ar e conservado para dosagem do teor de carbono.

Extração alcalina

Foram adicionadas 200 ml da solução pirofosfato de sódio 0,1M e hidróxido de sódio 0,1N, dentro do mesmo recipiente ao qual se encontrava o material lavado. Durante 4 horas o material foi agitado em agitador e centrifugado por 30 minutos a 300 rpm. O período de agitação pode ser substituído, deixando-se em contato por uma noite. Após, o sobrenadante foi filtrado e recolhido dentro de um balão de vidro de 1000 ml. Esta operação de extração foi feita três vezes, utilizando-se o mesmo papel de filtro e balão de vidro, fornecendo aproximadamente 600 ml de extrato. Da mesma forma que na extração ácida, esta operação pode ser repetida duas vezes, somente no caso de amostras de solo com baixos teores de carbono total. O líquido de filtração, de coloração castanha foi mantido no balão, fornecendo a solução "B" (ácidos húmicos e ácidos fúlvicos "ligados").

Dosagem do carbono dos extratos

Solução "A" - Da solução foram tomadas uma alíquota de 100 ml e colocadas em placa aquecedora e concentrada até 10 ml aproximadamente. A dosagem do carbono se fez diretamente sobre a solução concentrada pela adição de solução sulfocrômica e o resultado final expresso em % C da fração ácidos fúlvicos livres.

Solução "B" - Foram tomadas entre 5 e 25 ml da solução húmica (de acordo com a riqueza presumida em carbono: em torno de 1/4 do carbono total), para que alcançassemos 5 a 8 mg de C na alíquota. Em seguida as amostras foram secas dentro de um erlemeyer acoplado com um condensador, sobre placa aquecedora branda. A dosagem do carbono se fez por ataque sulfocrômico e o resultado final expresso em % C do material húmico total.

Dosagem dos ácidos húmicos -

Foram tomadas alíquotas superiores em 50% àquela utilizada para dosagem do material húmico total. Foram adicionadas lentamente H_2SO_4 5N até se atingir pH 1.0, no qual os ácidos húmicos foram precipitados e deixados decantar por um período mínimo de 4 horas. Após o período de decantação, o material foi centrifugado durante 10 minutos a 3500 rpm. O líquido sobrenadante (AF's) foi separado e o precipitado lavado com H_2SO_4 0.1N. Em seguida o precipitado (AH's) foi redissolvido em $NaOH$ 0.1N e transferido para erlemeyer e secado a 70 C. A dosagem do carbono se fez pelo ataque sulfocrômico e o resultado expresso como % C dos ácidos húmicos.

A % C dos ácidos fúlvicos foi calculada pela diferença: % C dos ácidos fúlvicos = % C material húmico total - % C dos ácidos húmicos.

Modo de operação

Quando o resíduo húmico se encontrava bem seco (ou sobre o extrato fosfórico concentrado a 10 ml), foram adicionadas 10 a 20 ml da solução de bicromato de potássio a 2% em meio sulfúrico. Em seguida foi acoplado um condensador no erlemeyer e levado a ebulição lenta em placa aquecedora regulada a 210-220 C, durante 5 minutos. O conjunto reunido foi então esfriado e o condensador lavado com água deionizada. Em seguida foram adicionados 100 ml de água deionizada, 15g de NaF e 3 gotas de difenilamina e titulada então com sal de Mohr 0,2N e o volume gasto anotado (V').

Foi feito um ensaio em branco com 10 a 20 ml de bicromato de potássio a 2% em meio sulfúrico, ebulição por 5 minutos e titulado com sal de Mohr 0,2N, e o volume anotado (V).

Cálculo

$$\% C = \frac{(V - V') \times \text{eq. Fe} \times V_t}{a \times A \times \text{Pt(g)}} , \text{ onde:}$$

A = alíquota do extrato utilizado na dosagem em ml,

a = alíquota da solução sulfocrômica usada na dosagem em ml,

Vt = volume total do extrato em ml,

Pt = peso total da amostra de solo usado na extração,

eq. Fe = obtido na padronização do sal de Mohr.

4. Testes para caracterização de Histosols

Os testes específicos para a caracterização de

material de Solos Orgânicos, com o intuito de classificá-los no sistema da Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975), foram feitos de acordo com a metodologia elaborada por Lyn et al (1974).

Os testes específicos consistiram no preparo da amostra e determinação da percentagem de fibra por peneiragem, sem esfregar e após esfregar o resíduo entre o polegar e o indicador, lendo o volume de fibras numa meia seringa, cortada longitudinalmente.

A cor foi determinada após contato, durante uma noite, entre a amostra e solução de pirofosfato de sódio. Um pedaço de papel cromatográfico, após inserido na solução, foi esfregado em outro para a retirada de excesso de umidade e feita a leitura da cor utilizando-se uma carta de Munsell.

O conteúdo de água foi determinado pesando-se as amostras úmidas, acondicionadas em lata de alumínio, e secas em estufa a 110 C por 24 horas. O conteúdo mineral foi obtido pela razão entre o peso seco a 400 C por 12 horas, e a 110 C por 24 horas.

A determinação do pH foi feita potenciometricamente na suspensão da amostra da meia seringa com 4 ml de CaCl_2 0,015M, deixada em contato pelo menos uma hora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Matéria orgânica

1.1. Teor e variação ao longo dos perfis de solo

Os quatro perfis de solos estudados são bastante húmiferos (Tabela 5), principalmente os perfis PRV-1 e PRV-2 cujos teores de carbono orgânico variam de 9,83 a 17,83%.

A distribuição da matéria orgânica é apresentada na Figura 11. No perfil PRV-1 verificou-se um aumento gradativo em profundidade. Nos demais perfis ocorre um decréscimo com uma distribuição variável. No perfil PRV-2, após diminuição⁶ até o horizonte H₆, o teor aumenta significativamente no H₇. Nos perfis PRV-3 e PRV-4, há uma diminuição acentuada⁷ nos horizontes C_g¹ e (Bg), respectivamente, voltando a aumentar no horizonte subjacente.

Os valores de relação C/N obtidos nos horizontes sucessivos (Tabela 5), variam de 10 a 45, com valores médios de 10, 16, 20, e 29 nos horizontes superficiais dos perfis PRV-4, PRV-3, PRV-1 e PRV-2, respectivamente, e aumentando em profundidade. Os valores máximos de C/N são encontrados no horizonte H₃, atingindo 45 no perfil PRV-1 e 42 no perfil PRV-2.

Tabela 5 . Valores de carbono orgânico, nitrogênio total e relação C/N de horizontes dos perfis de solo estudados.

Solo (perfil)	horiz. ou camada	prof. (cm)	carbono (%)	nitrogênio (%)	C/N
PRV-1	H ₁	0-15	12.60	0.45	28
	H ₂	-25	11.87	0.40	30
	H ₃	-56	14.30	0.32	45
	H ₄	-75	15.11	0.45	34
	H ₅	-94	16.46	0.41	40
	H ₆	-135	17.83	0.42	42
PRV-2	H ₁	0-10	14.87	0.89	17
	H ₂	-25	14.68	0.63	23
	H ₃	-45	12.66	0.30	42
	H ₄	-77	11.15	0.52	21
	H ₅	-93	11.19	0.34	33
	H ₆	-105	15.89	0.54	29
	H ₇	-135	9.83	0.28	35
PRV-3	Ap	C-20	10.81	0.69	15
	A ₁₂	-35	10.41	0.61	17
	C _{1g}	-70	5.03	0.27	19
	IIC _{2g}	-100	7.02	0.27	26
PRV-4	Ap	C-20	5.31	0.51	10
	(3g)	-65	1.59	0.12	13
	Cg	-100	1.98	0.12	17

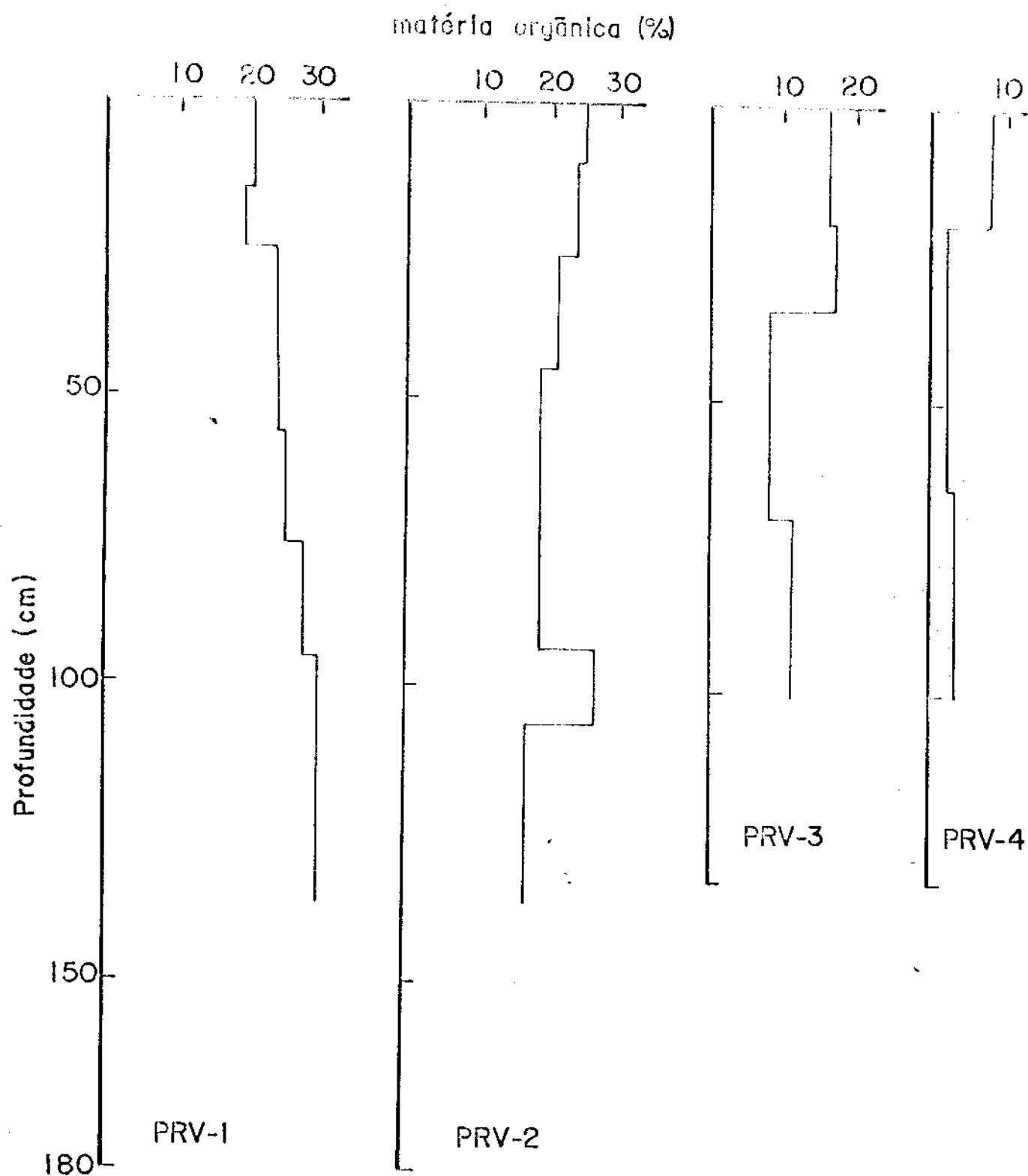


Figura 11 - Distribuição da matéria orgânica (%) ao longo dos perfis de solos estudados.

1.2. Distribuição das frações orgânicas

Na Tabela 6 são apresentados os dados percentuais das diversas frações orgânicas nos horizontes sucessivos dos perfis de solos em estudo e, ilustrados nas Figuras 12,13,14,15,16 e 17.

A fração ácido fúlvico livre variou de 2,1% no horizonte H do perfil PRV-2 a 18,5% nos 20 cm superficiais do perfil PRV-4. De uma maneira geral esta proporção diminui em profundidade em todos os perfis. A fração ácido fúlvico total variou de 12,8% no horizonte superficial H do perfil PRV-2 a 46,2% no horizonte H do perfil PRV-1 enquanto a fração ácida húmico variou de 16,7% no horizonte Cg do perfil PRV-4 a 44,3% no horizonte A do perfil PRV-3. A proporção de ácido húmico diminui em profundidade nos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4, ao contrário, ocorre aumento com relação ao perfil PRV-2. A fração humina variou de 19,2% no horizonte A do perfil PRV-3 a 60,5% no horizonte H do perfil PRV-2; esta diminui em profundidade nos perfis PRV-1 e PRV-4, enquanto no PRV-2 há um aumento ao longo do perfil.

Os ácidos fúlvicos livres diminuem gradativamente em profundidade, onde as proporções máximas dentro de cada perfil, são encontradas nos primeiros 70 cm à superfície, sendo da ordem de 15, 6, 12 e 16% para os perfis PRV-1, PRV-2, PRV-3 e PRV-4, respectivamente. No perfil PRV-2 a diminuição é muito lenta e pouco aparente. No perfil PRV-1, essa diminuição é interceptada no horizonte H com um aumento de

proporções equivalentes aos dois horizontes superficiais, voltando a diminuir em seguida nos horizontes subjacentes.

Nos dois horizontes superficiais dos perfis PRV-1, PRV-2 e PRV-3, tanto a fração ácido húmico como a fração ácido fúlvico total, apresentaram praticamente os mesmos valores, próximos de uma média da ordem de 33, 27, 43% e 40, 19, 37%, respectivamente. De uma maneira geral, as variações nas percentagens de ácidos húmicos ou ácidos fúlvicos totais com a profundidade do perfil ou classes de solos, não são aparentes embora deva ser observado que os três primeiros horizontes (H_p , H_2 e H_3) do perfil PRV-2 são mais baixos em percentagens de ácido fúlvico total. Este fato foi também observado nas relações ácido húmico/ácido fúlvico que foram as mais altas nesses três horizontes. Zelazny e Carlisle (1974), estudando a distribuição das frações orgânicas em Solos Orgânicos da Flórida, USA, a nível de série, atribui esta diferença, constatada na camada superficial, a maior percentagem da fração argila e ácido húmico, ali presente.

As frações alcalino solúveis (ácidos fúlvicos e húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio e pela soda), percentagem quase que constantes nos horizontes superficiais dos perfis PRV-1, PRV-2 e PRV-3, representam cerca de 56, 34 e 67% do carbono total, respectivamente. As principais diferenças encontradas no perfil PRV-1, mostram que há uma diminuição de cerca de 40% nas proporções de frações alcalino solúveis a partir dos horizontes superficiais até o

horizonte H_4 , depois aumentando no horizonte H_5 , voltando a diminuir no horizonte H_6 e atingindo praticamente as mesmas proporções dos horizontes H_3 e H_4 . No perfil PRV-2 há um aumento bastante significativo chegando a alcançar cerca de 100% no horizonte H_4 em relação ao horizonte H_6 , voltando a aumentar no horizonte H_7 em proporções próximas ao do horizonte H_4 . No perfil PRV-3, há uma diminuição no horizonte C_{1g} em torno de 10%, seguido de um aumento não significativo no horizonte C_{2g} , enquanto que no perfil PRV-4 há uma diminuição de aproximadamente 30% do horizonte superficial A_p até o horizonte (B_g) , seguido de um aumento pouco significativo no C_g . Se considerarmos os horizontes subsuperficiais como um todo, verifica-se que as frações alcalino solúveis apresentam, dentro de um mesmo perfil, proporções quase que constantes, com valores médios da ordem de 40, 60, 60 e 45% para os perfis PRV-1, PRV-2, PRV-3 e PRV-4, respectivamente.

A fração húmica apresentou praticamente os mesmos valores nos horizontes superficiais, dentro de um mesmo perfil, da ordem de 27, 60 e 20% para os perfis PRV-1, PRV-2 e PRV-3, respectivamente. Comparando os horizontes subsuperficiais, nota-se um aumento nas proporções da fração húmica no perfil PRV-1 e diminuição no PRV-2. Com relação aos perfis PRV-3 e PRV-4, verifica-se um aumento de cerca de 70% nos horizontes subperfciais, "gleizados", em relação aos horizontes superficiais. As principais diferenças ocorrem no perfil PRV-1 onde as proporções de húmica

Tabela 6. Distribuição percentual das diversas frações orgânicas nos horizontes dos perfis de solos estudados.

Solo (perfil)	horiz. ou camada	prof. (cm)	f r a ç ã o o r g â n i c a (%)						relação	
			ácido fúlvico livre	ácido fúlvico "ligado"	ácido fúlvico total	ácido húmico	alcalino -solúvel	humina	AH/AF	AF/AH
PRV-1	H ₁	0-15	17.3	22.1	39.4	33.2	55.3	27.4	0.8	1.2
	H ₂	-25	16.5	23.8	40.3	33.6	57.4	26.1	0.8	1.2
	H ₃	-56	10.6	11.1	21.7	23.1	34.2	55.2	1.1	0.9
	H ₄	-75	16.6	15.6	32.2	20.5	36.1	47.3	0.6	1.6
	H ₅	-94	8.4	31.5	39.9	19.3	50.8	40.8	0.5	2.0
	H ₆	-135	7.4	21.3	28.7	16.8	38.1	54.5	0.6	1.7
PRV-2	H ₁	0-10	6.2	6.6	12.8	27.5	34.1	59.7	2.1	0.5
	H ₂	-25	6.1	6.8	12.9	26.6	33.4	60.5	2.1	0.5
	H ₃	-45	6.7	4.0	10.7	44.2	48.2	45.1	4.1	0.2
	H ₄	-77	6.0	32.7	38.7	35.8	68.5	25.5	0.9	1.1
	H ₅	-93	3.9	22.3	26.2	42.3	64.6	31.5	1.6	0.6
	H ₆	-105	2.1	17.1	19.2	37.3	54.4	43.5	1.9	0.5
	H ₇	-135	3.4	23.7	27.1	43.4	67.1	29.5	1.6	0.6

Tabela 6. continuação

Solo (perfil)	horiz. ou camada	prof. (cm)	fração orgânica (%)						relação	
			ácido fúlvico livre	ácido fúlvico "ligado"	ácido fúlvico total	ácido húmico	alcalino -solúvel	humina	AR/AF	AF/AR
PRV-3	Ap	0-20	12.5	24.4	36.8	42.7	67.0	20.5	1.2	0.9
	A ₁₂	-35	12.7	23.8	36.5	44.3	68.1	19.2	1.2	0.8
	C _{1g}	-70	9.9	24.5	34.4	34.0	58.5	31.6	1.0	1.0
	IIC _{2g}	-100	3.7	33.8	37.5	27.6	61.4	34.9	0.7	1.4
PRV-4	Ap	0-20	18.5	26.7	45.2	29.6	56.3	25.2	0.7	1.5
	(Bg)	-65	13.8	18.9	32.7	22.6	41.5	44.7	0.7	1.5
	Cg	-100	11.1	31.3	42.4	16.7	48.0	40.9	0.4	2.5

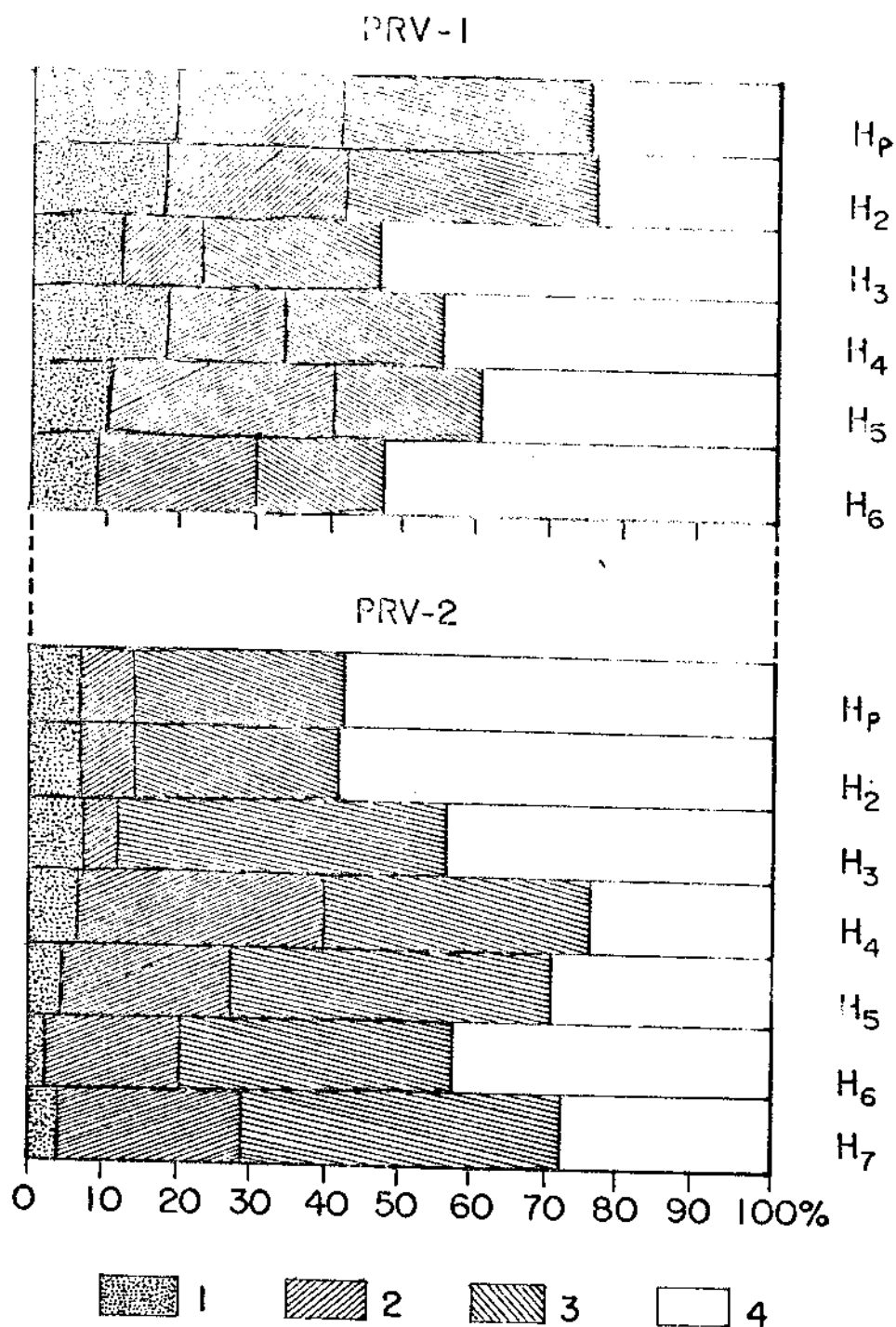


Figura 12 - Variações da distribuição do carbono nas frações do húmus em função de horizontes dos perfis PRV-1 e PRV-2: 1) ácidos fúlvicos livres; 2) ácidos fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda; 3) ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda e, 4) humina.

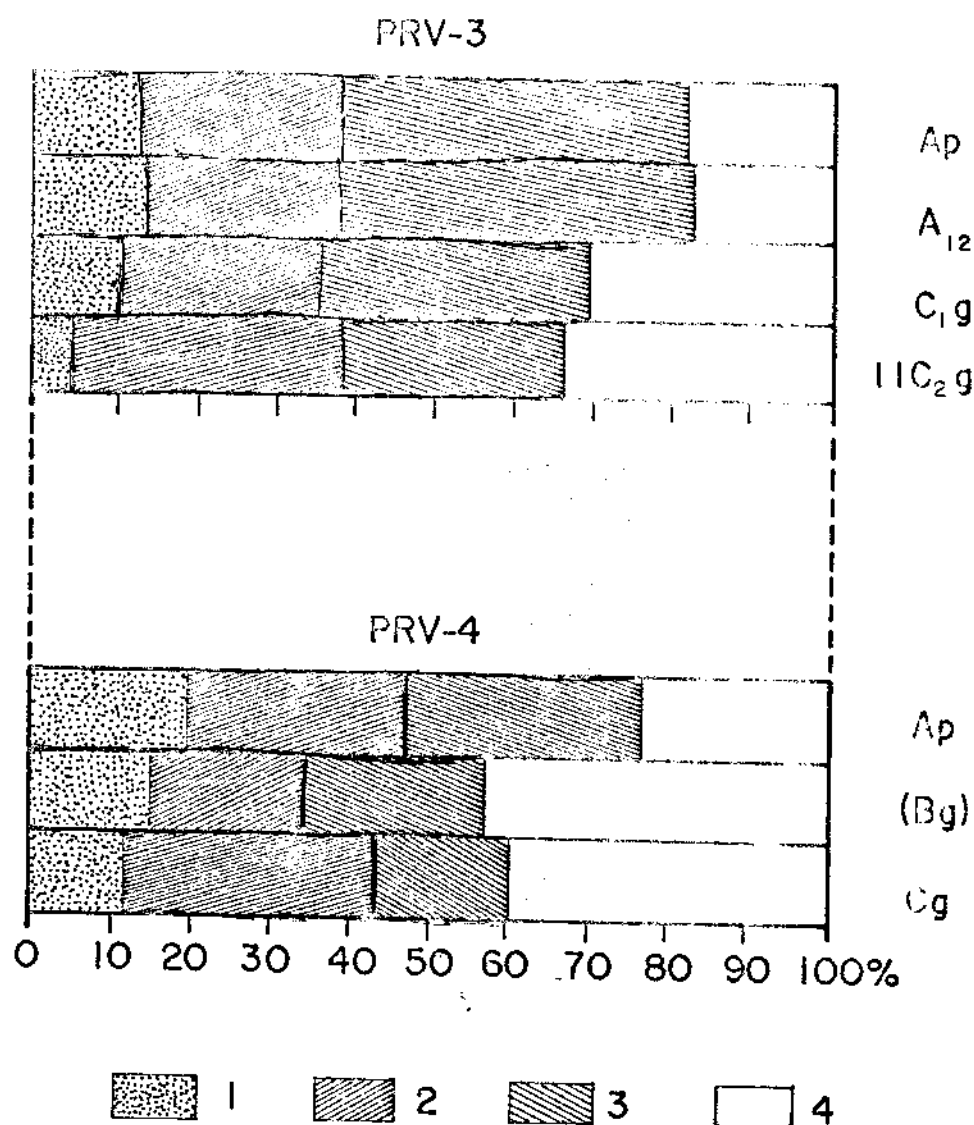


Figura 13 - Variações da distribuição do carbono nas frações do húmus em função de horizontes dos perfis PRV-3 e PRV-4: 1) ácidos fúlvicos livres; 2) ácidos fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda; 3) ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda e, 4) humina

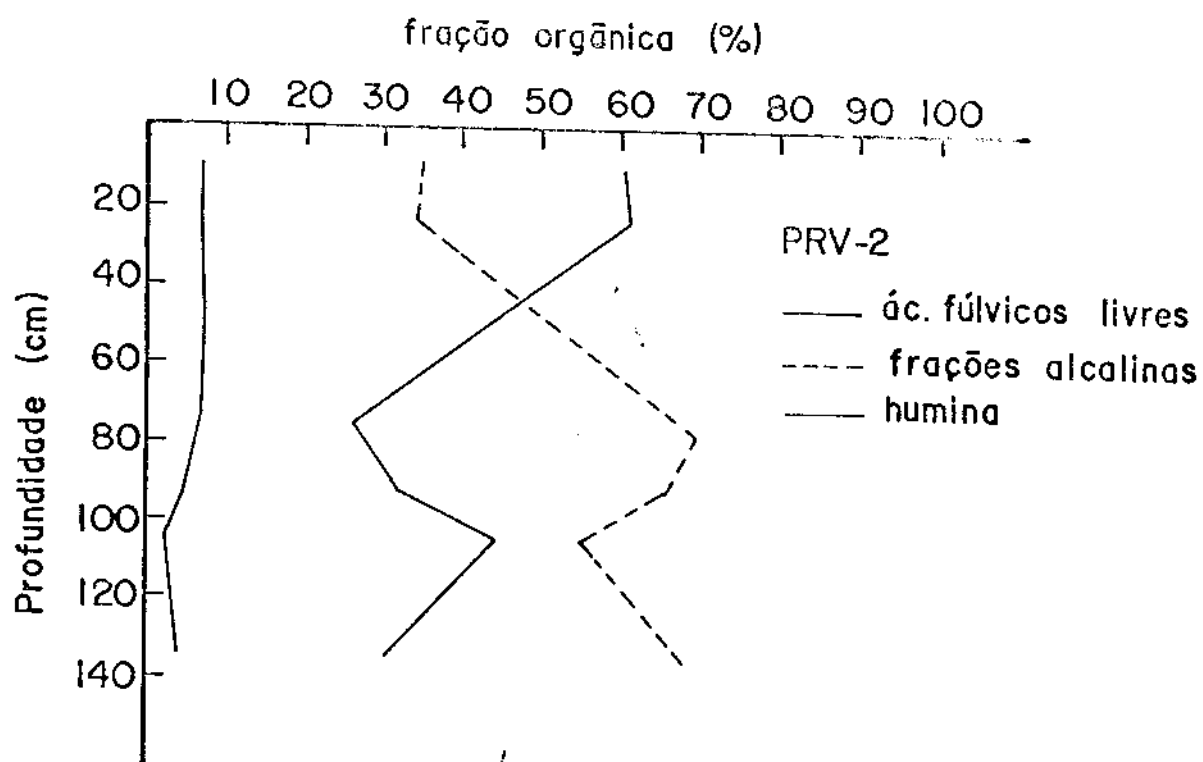
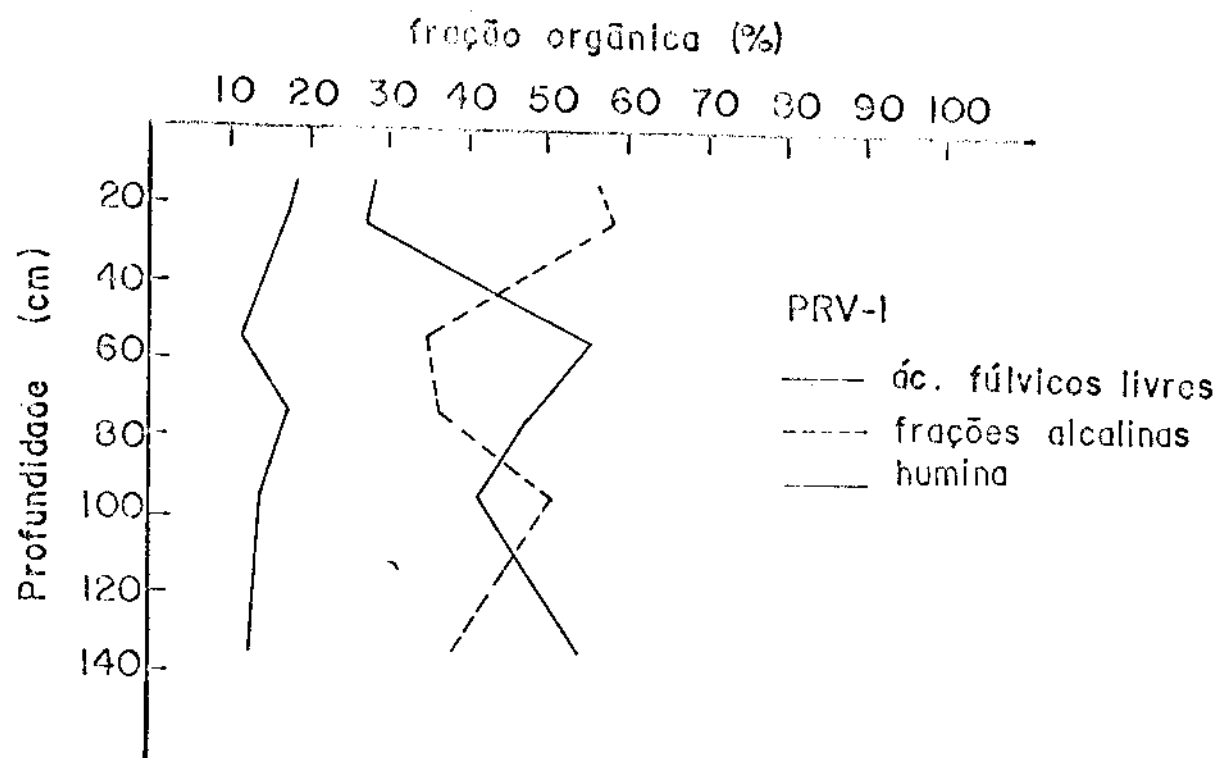


Figura 14 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função de profundidade, nos perfis PRV-1 e PRV-2.

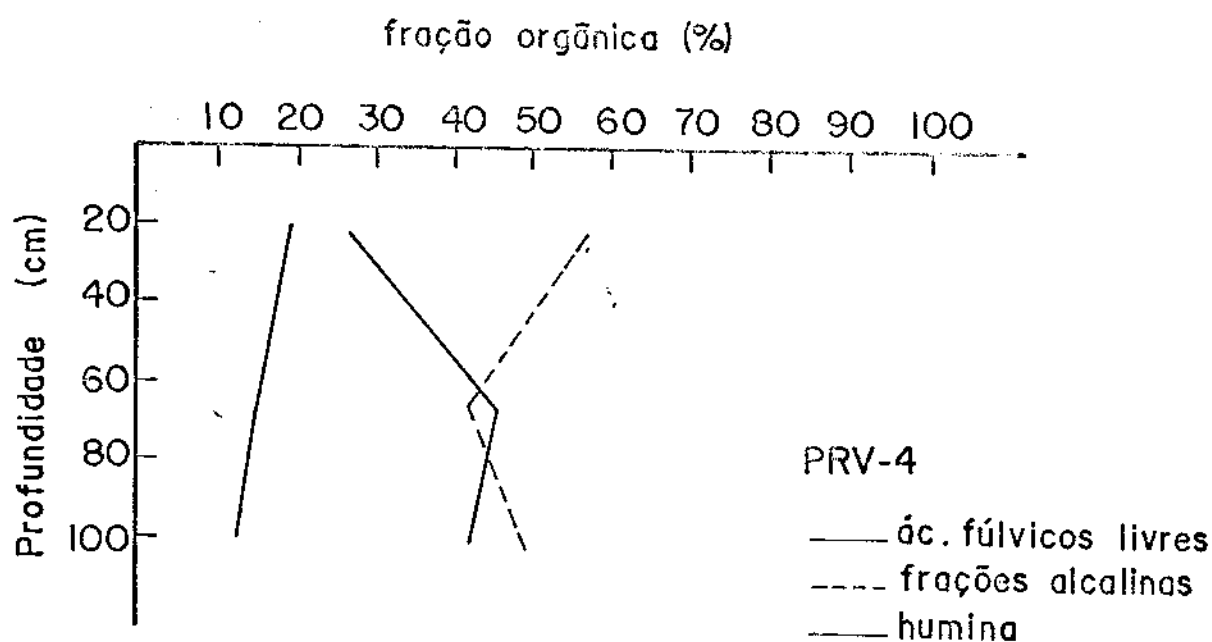
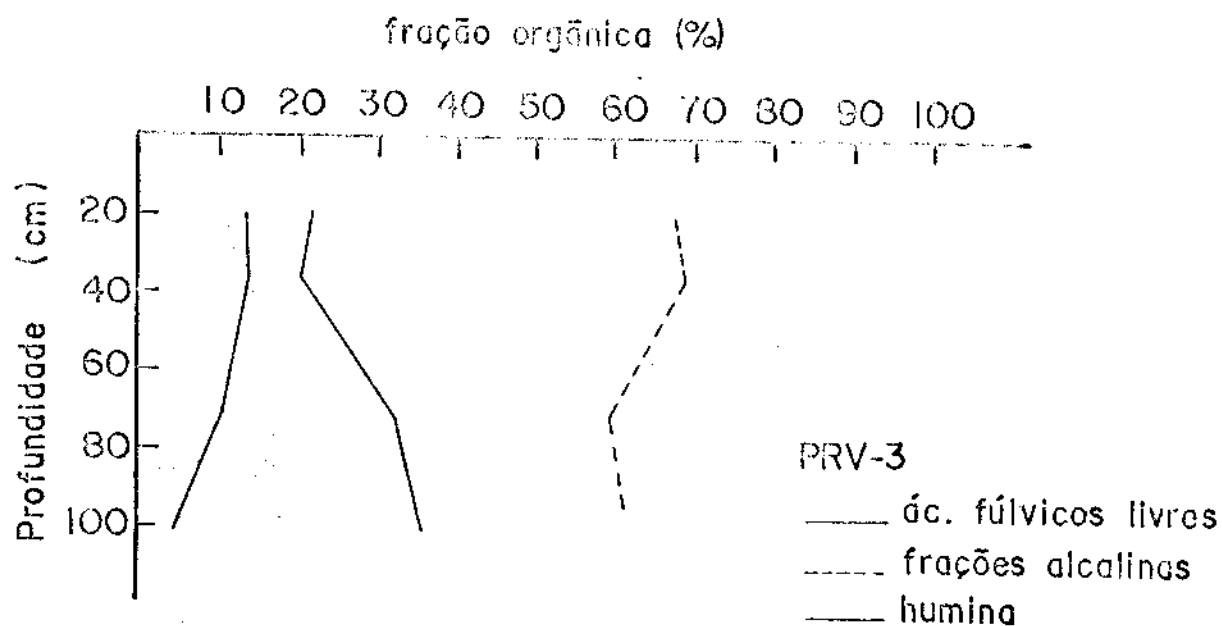


Figura 15 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função da profundidade, nos perfis PRV-3 e PRV-4.

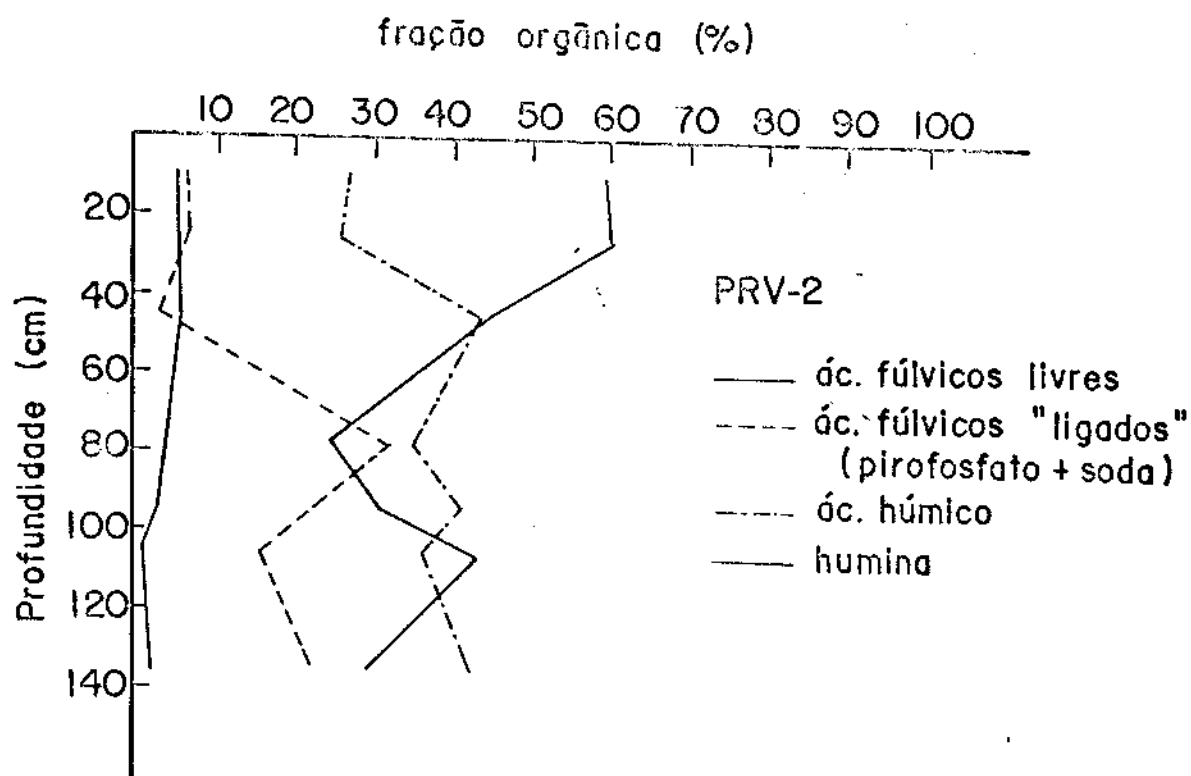
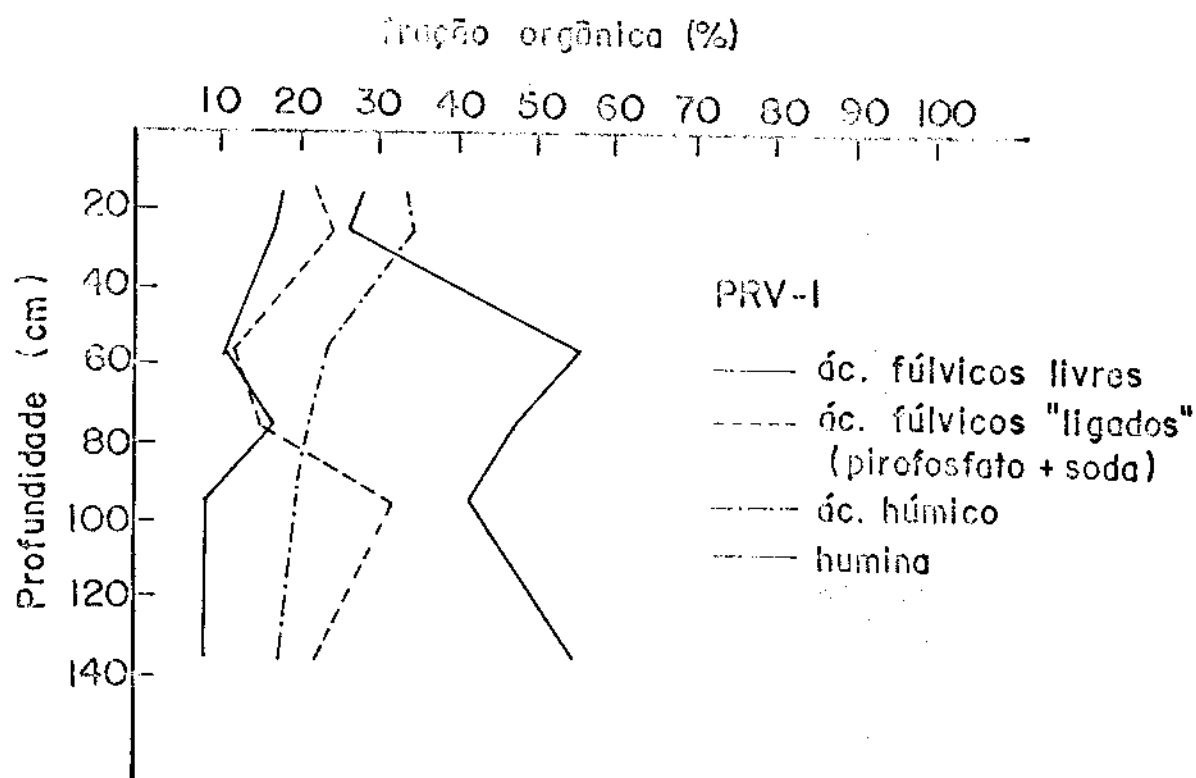


Figura 16 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função da profundidade, nos perfis PRV-1 e PRV-2.

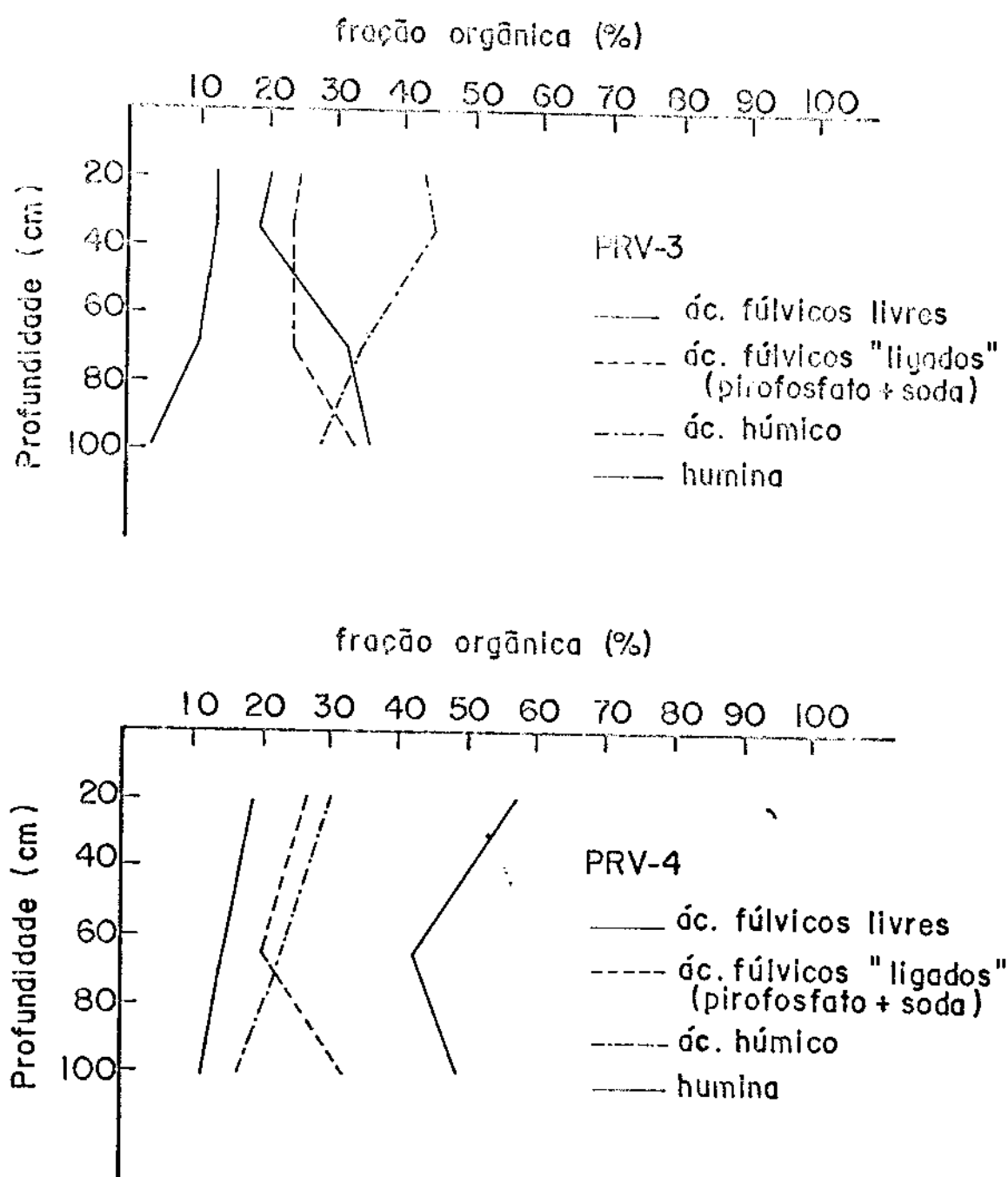


Figura 17 - Curvas de distribuição da fração orgânica em função da profundidade nos perfis PRV-3 e PRV-4.

aumentam significativamente no horizonte H_3 , depois diminuem até o H_5 , voltando a aumentar no H_6 em percentagem quase que equivalente ao horizonte H_3 . Quanto ao perfil PRV-2, verifica-se uma diminuição considerável até o horizonte H_4 seguido de um aumento gradativo até o H_6 , voltando a diminuir no H_7 em percentagem próxima ao do horizonte H_5 . Considerando os horizontes subsuperficiais com um todo, verifica-se que a fração húmica apresenta, dentro de cada perfil, proporções quase que constantes, com valores médios da ordem de 33, 35, 41 e 50% para os perfis PRV-3, PRV-2, PRV-4 e PRV-1, respectivamente.

1.3. Identificação dos ácidos húmicos por espectrofotometria de absorção

Os espectrogramas de absorção de solução de humato de sódio mostram um aumento de absorção com o decréscimo do comprimento de onda (Figuras 18, 19, 20 e 21). Verifica-se que este aumento, evidenciado pela inclinação da reta, é maior nos horizontes H_5 e H_6 do perfil PRV-1, H_4 , H_5 , H_6 e H_7 do perfil PRV-2, C_1 e C_2 do perfil PRV-3 e (B_1) e C_1 do perfil PRV-4. São incluídos para comparação alguns espectrogramas de Solos Orgânicos e Gleizados do Vale do Arrojado, Bahia, apresentados por Couto (1984).

O índice de humificação (E_4/E_6) e de tamanho relativo da molécula ($\log E_4 - \log E_6 / \log 465 - \log 665$) segundo Chen et al (1977), apresentados na Tabela 7, mostram um decréscimo de humificação e de tamanho relativo da molécula

em profundidade nos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4. Quanto ao perfil PRV-2, a humificação e tamanho relativo da molécula aumenta até o horizonte H_4 , diminuindo nos horizontes H_5 e H_6 voltando a aumentar no horizonte H_7 (Figura 22 e 23). De acordo com Stevenson (1982), à medida que diminui o índice, ocorre um aumento no peso molecular e na condensação dos constituintes aromáticos, o que é harmônico com as idéias de Kononova (1975). Verifica-se ainda que os valores de índice de humificação (E_4/E_6) mostram uma relação linear significativa com a % de carbono total do solo, com coeficiente de correlação $r = 0.83$.

De acordo com a classificação elaborada por Springer (1938), citado por Flaig (1975), os ácidos húmicos pardos se caracterizam pela absorção menor e inclinação maior da curva de absorção, enquanto os ácidos húmicos cinzentos se caracterizam pela absorção maior e inclinação menor da curva de absorção. Schefer (1954), citado por Schnitzer e Khan (1972), estabeleceu critérios com base nos valores de coeficiente E_4/E_6 , em que os ácidos húmicos pardos têm como coeficiente em torno de 5,0, enquanto o coeficiente para os ácidos húmicos cinzentos variam de 2,2 a 2,8. Os resultados aqui apresentados indicariam que haveria, então, ácidos húmicos pardos nos horizontes H_5 e H_6 no perfil PRV-1, H_5 no perfil PRV-2 e horizontes (Bg) e Cg relativo ao perfil PRV-4. Ácidos húmicos pardos/ácidos húmicos cinzentos ocorrem no restante dos horizontes dos quatro perfis de

Tabela 7. Valores de índice de humificação (quociente de cor) e tamanho de ácidos húmicos de horizontes dos perfis de solos estudados com sua respectiva classificação. São incluídos alguns materiais para referência.

Solo (perfil)	horiz. ou camada	E 465 ⁽¹⁾ E 665	LogE ₄ - LogE ₆ ⁽²⁾ Log4 65 - Log665	classificação ⁽³⁾
PRV-1	H ₁	4.3	-4.1	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₂	4.2	-4.0	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₃	4.4	-4.2	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₄	4.4	-4.2	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₅	7.2	-5.5	Ac. húmico pardo
	H ₆	7.1	-5.4	Ac. húmico pardo
PRV-2	H ₁	5.0	-4.5	Ac. húmico pardo
	H ₂	4.5	-4.2	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₃	4.1	-3.9	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₄	3.5	-3.5	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₅	4.6	-4.3	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	H ₆	5.3	-4.6	Ac. húmico pardo
	H ₇	3.5	-3.5	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
PRV-3	Ap	3.4	-3.4	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	A ₁₂	3.3	-3.3	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	C _{1g}	3.6	-3.6	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento
	C _{2g}	4.5	-4.2	Ac. húmico pardo/ác. húmico cinzento

Tabela 7. continuação

Solo (perfil)	horiz. ou camada	E 465 ⁽¹⁾	LogE ₄	-LogE ₆ ⁽²⁾	classificação
		E 665	Log4 65	-Log665	
PRV-4	Ap	3.7		-3.6	Ac.húmico pardo/ác. húmico cinzento
	(Bg)	5.0		-4.5	Ac.húmico pardo
	Cg	5.1		-4.5	Ac.húmico pardo
Solo Orgânico ^a		7.70			
Solo Orgânico ^a		5.61			
Solo Gleyzado ^a		3.46			
Chernozem ^b		3.3-3.7			
Khasnozom ^b		4.8-5.0			
Podzólico ^b		~5.0			
H. Carbonáticos ^c		4.5-5.0			
Gley Húmico ^c		3.5-4.0			
Gley pouco Húmico ^c		~5.1			
Chestnut ^d		3.8-4.0			
Serozem ^d		4.0-4.5			
Ácidos fulvicos ^d		6.0-8.5			

E = Densidade ótica; ⁽¹⁾ índice de humificação; - ⁽²⁾ tamanho relativo da molécula e - ⁽³⁾ Scheffer (1954), citado por Schnitzer e Khan (1975).

- ^a Couto (1982); - ^b Kononova (1975); - ^c Sastriques (1982); - ^d Schnitzer (1971).

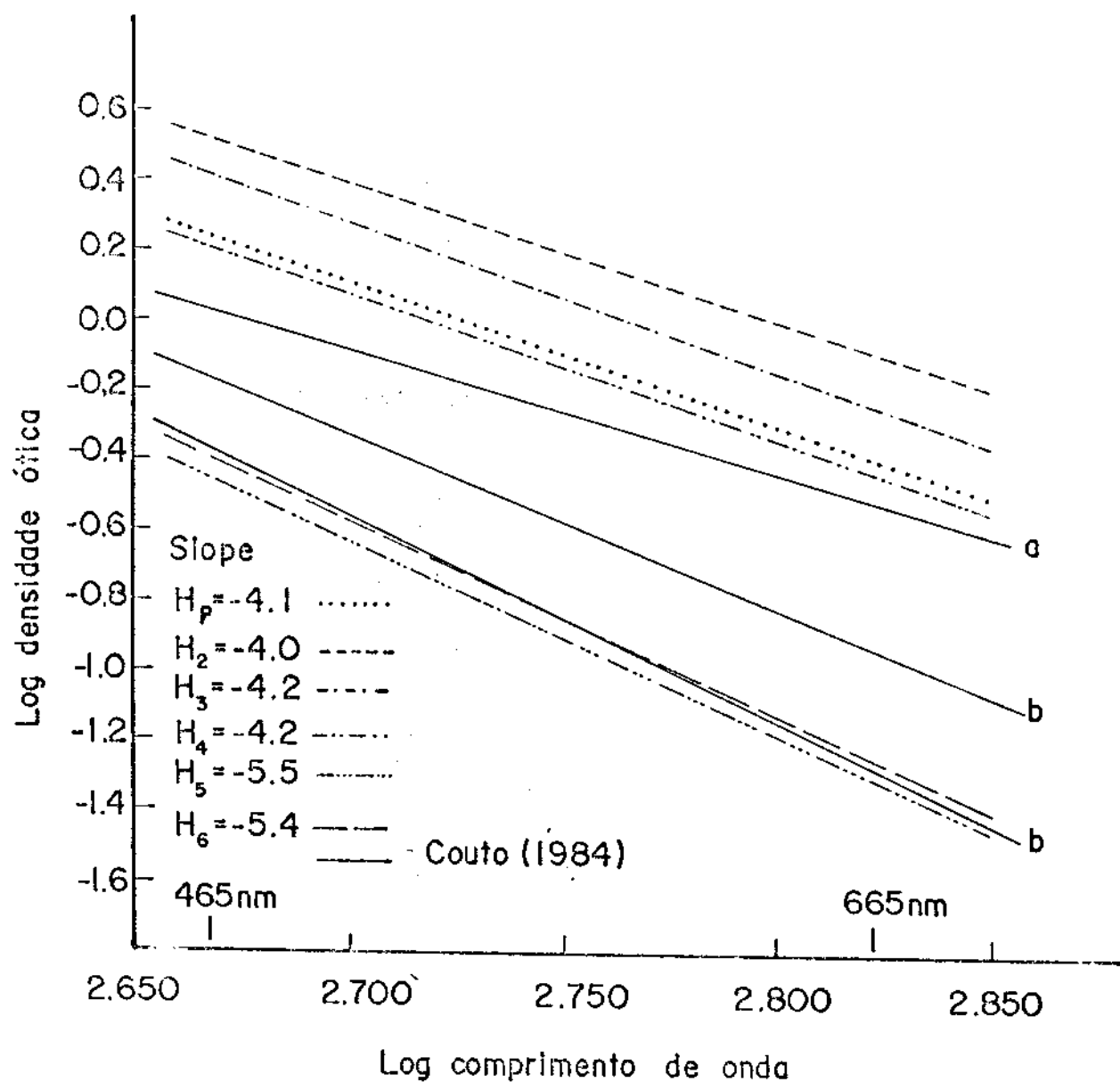


Figura 18 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-1. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a - glei e, b - orgânico.

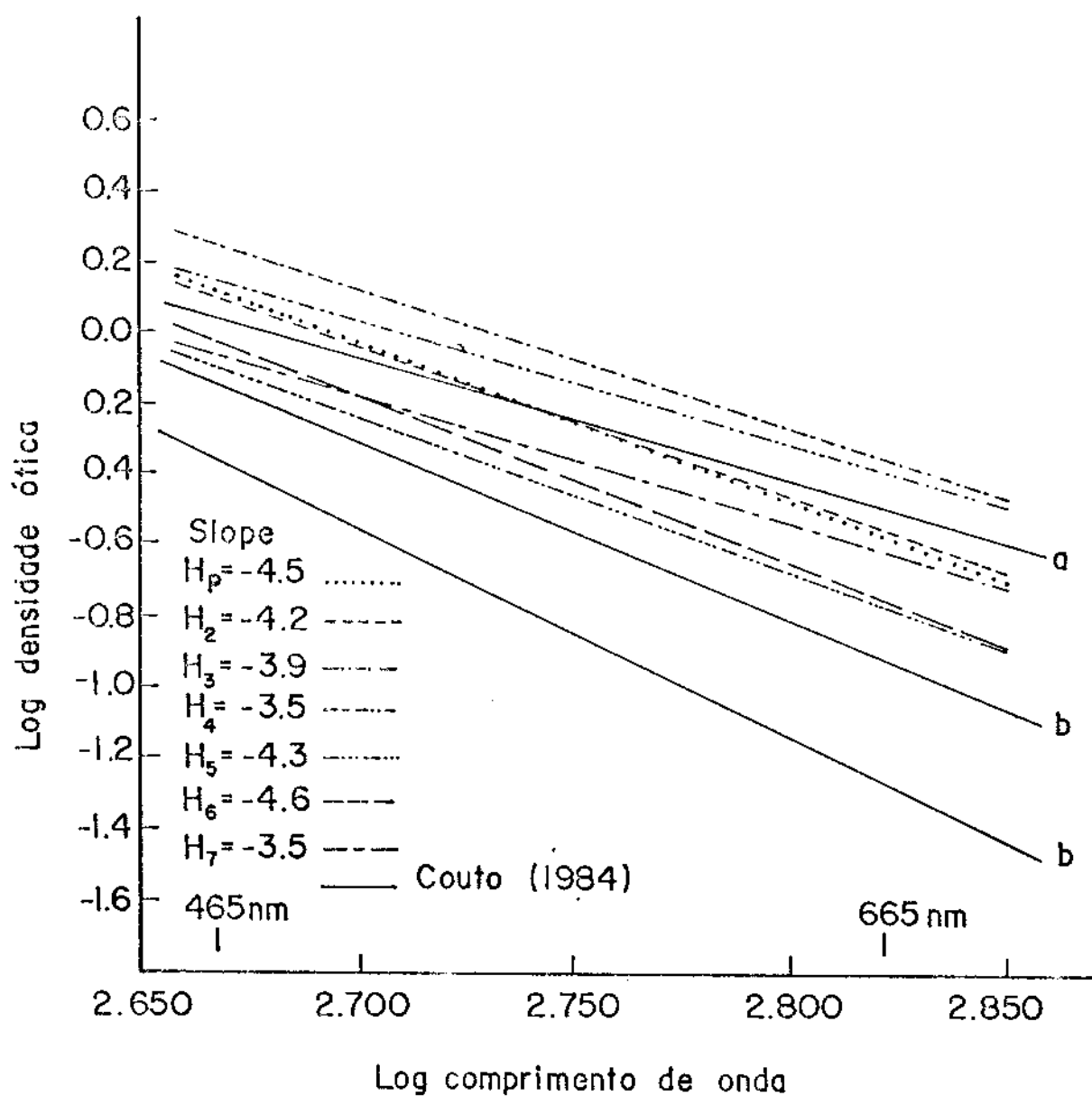


Figura 19 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-2. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a - glei e, b - orgânico.

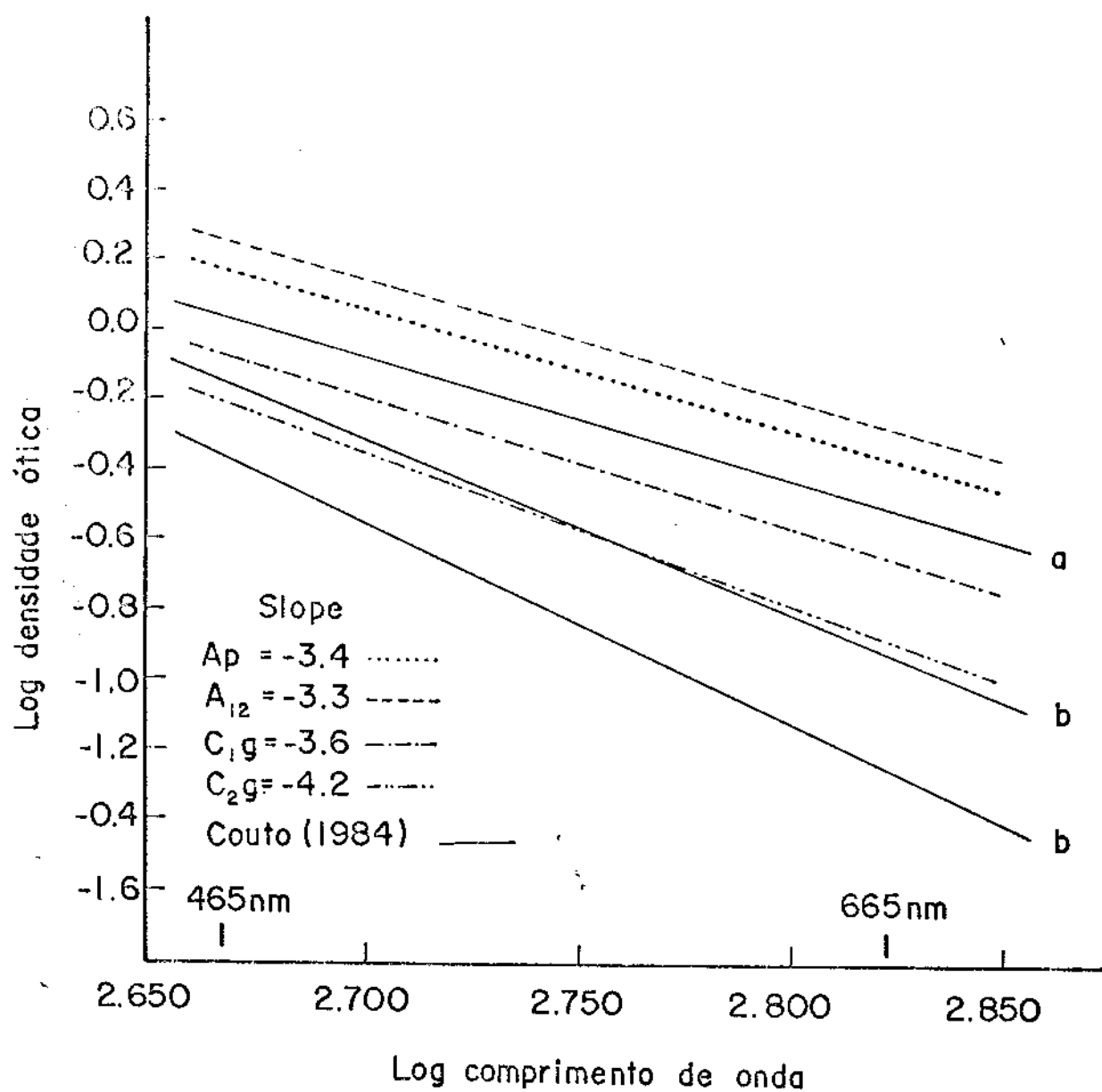


Figura 20 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-3. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a - glei e, b - orgânico.

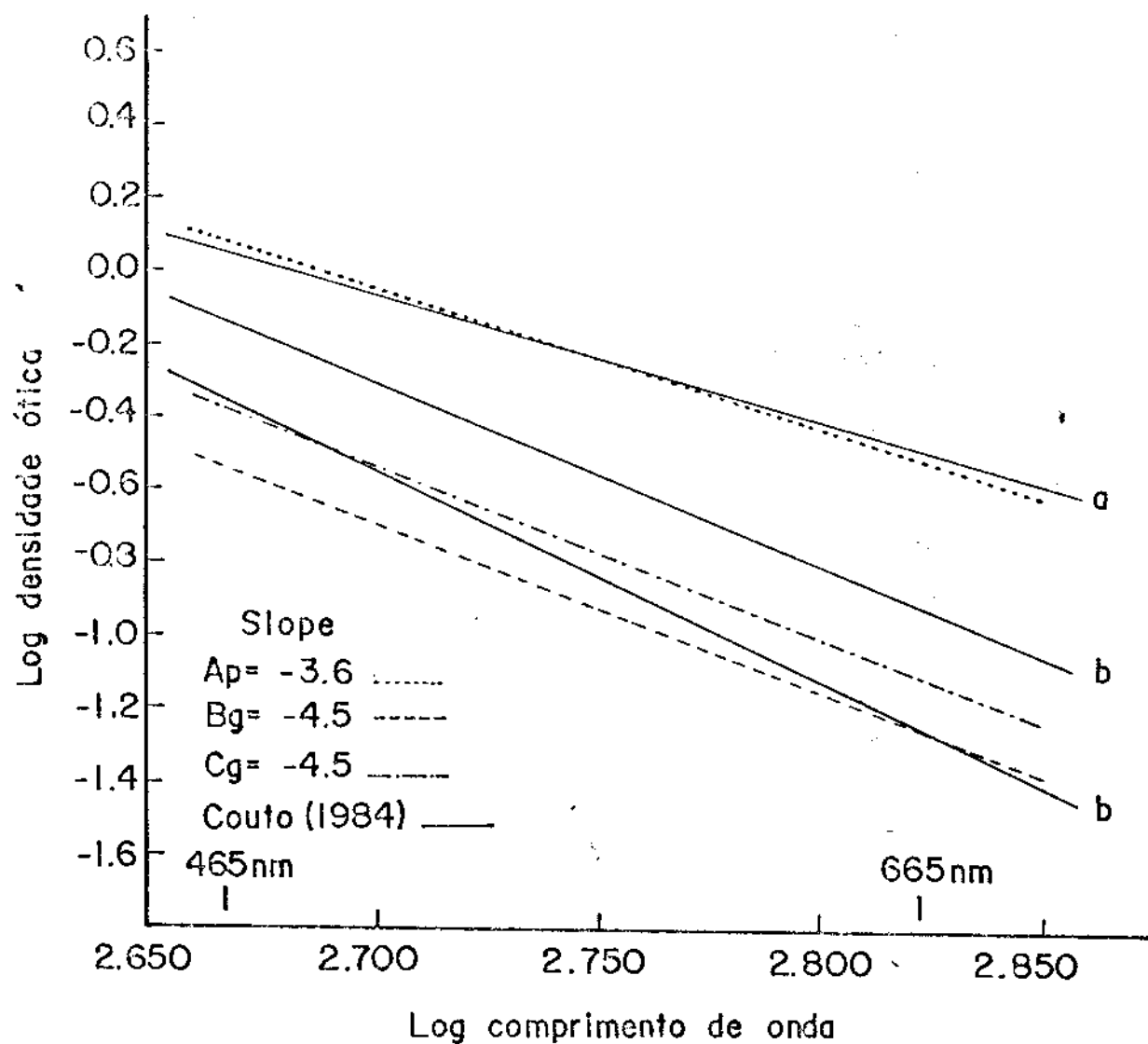


Figura 21 - Espectrograma de absorção de ácidos húmicos de horizontes referentes ao perfil PRV-4. São incluídos para referência amostras de Couto (1984), a - glei e, b - orgânico.

Figura 22 - Distribuição do índice de humificação (E_4/E_6) (quociente de cor) ao longo dos perfis de solos estudados.

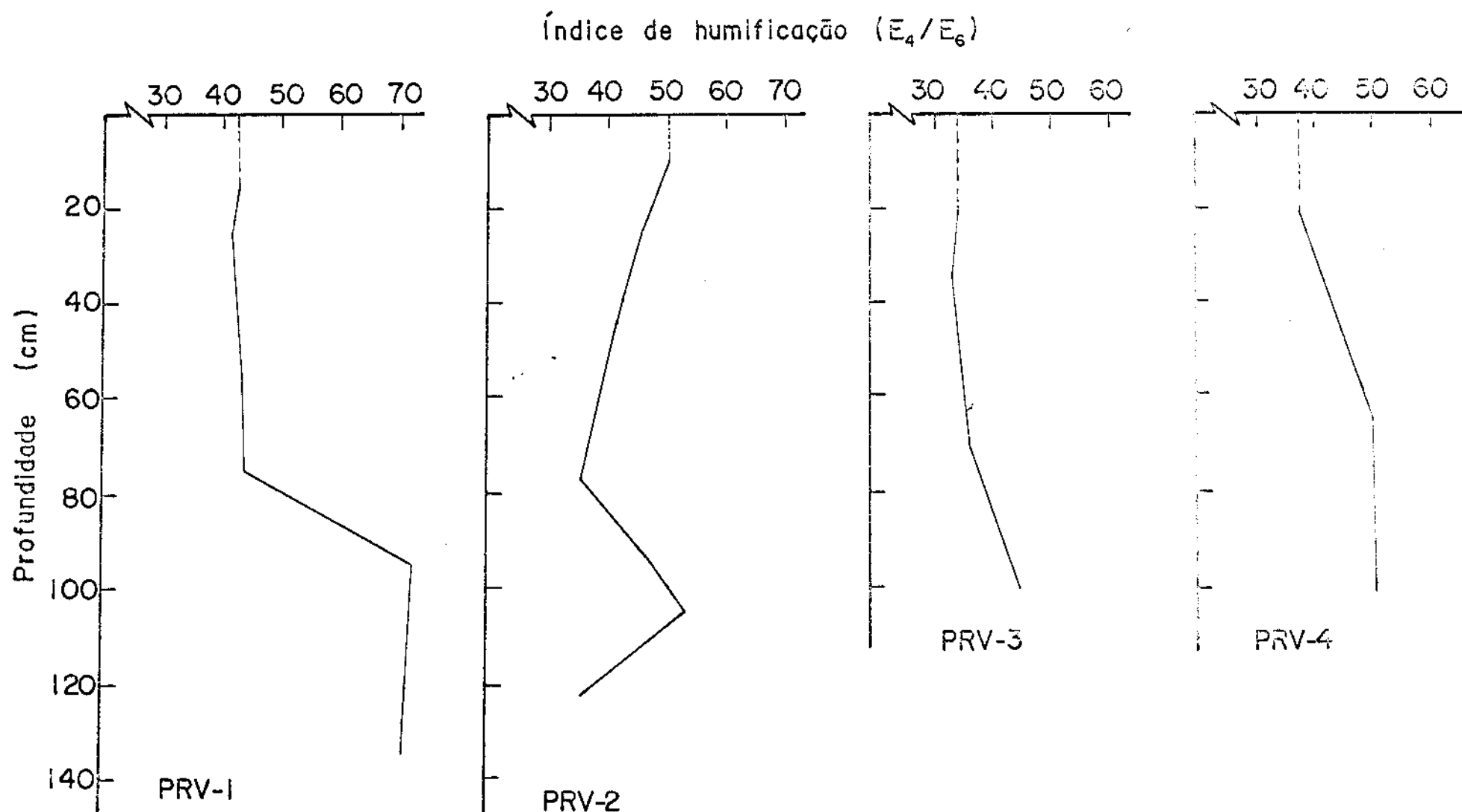
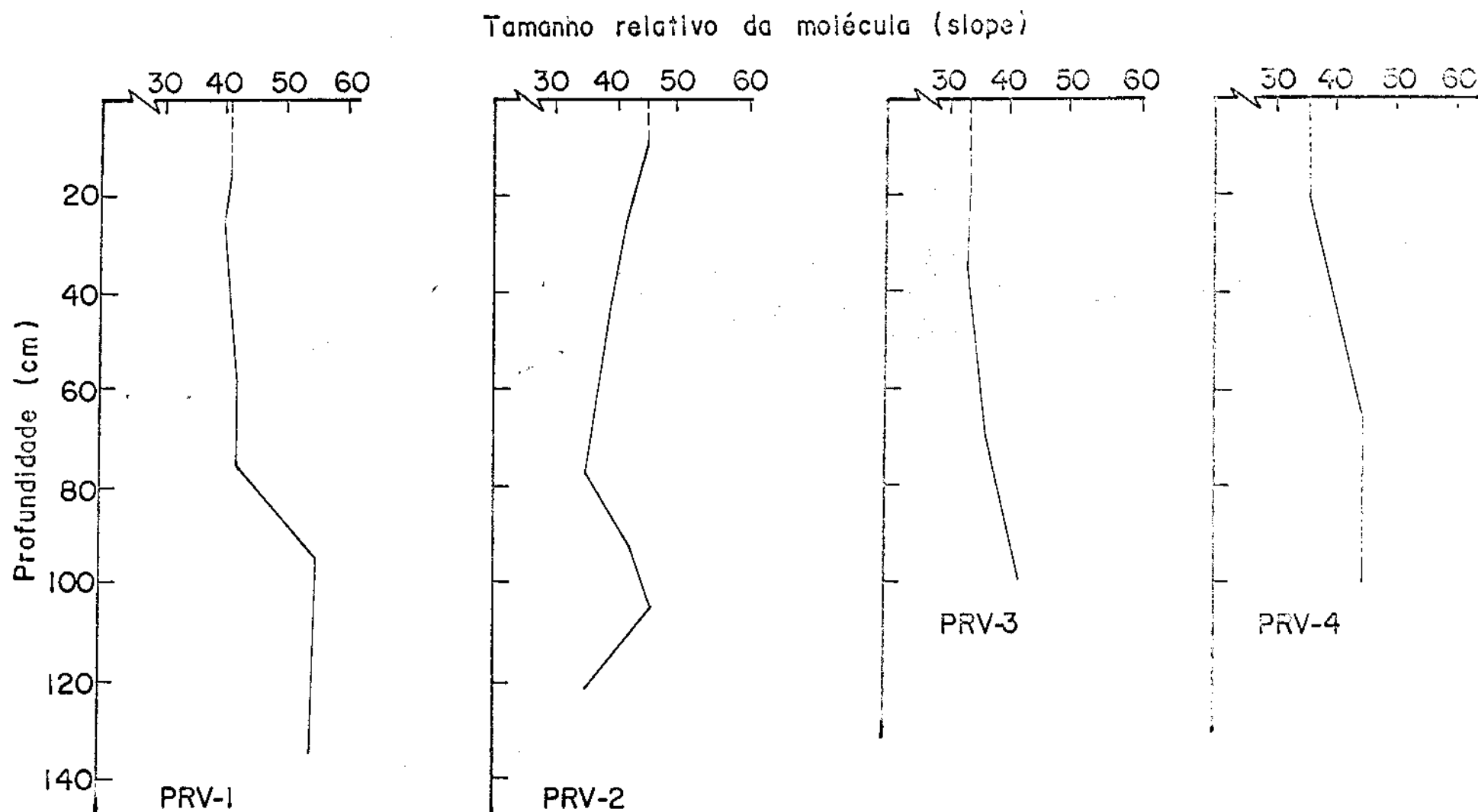


Figura 23 - Distribuição do tamanho relativo da molécula (slope) ao longo dos perfis de solos estudados.



solos estudados como pode ser verificado na Tabela 7.

1.4. Húmus dos Solos Hidromórficos, essencialmente orgânicos

Os dados caracterizando a constituição do húmus dos perfis PRV-1 e PRV-2 são apresentados na Tabela 6 e ilustrados nas Figuras 12, 14, e 16. Podemos observar diferenças quanto à distribuição relativa das diversas frações húmicas nos sucessivos horizontes e ainda variações com a profundidade que se efetuam em sentidos distintos, principalmente nas frações alcalino solúveis e na fração humina.

Com relação aos horizontes superficiais, nota-se que o húmus do perfil PRV-1 é constituído principalmente por ácidos húmicos e fúlvicos, que somados predominam sobre a fração humina. No perfil PRV-2 ocorre um domínio acentuado da fração humina sobre as demais frações. Para os horizontes subsuperficiais, verifica-se que o húmus do perfil PRV-1 é constituído na sua maior parte pela fração humina, seguido pelos ácidos fúlvicos e em menor proporção pelos ácidos húmicos. No perfil PRV-2 ocorre um domínio nítido dos ácidos, principalmente a fração alcalino solúvel, sobre as demais frações. Estas observações indicam que a dinâmica da matéria orgânica parece não ser a mesma para os dois perfis de solos.

No que concerne os ácidos fúlvicos livres, nestes dois perfis de solos o húmus dos horizontes H_p , H_2 , H_3 , e H_4 é relativamente mais rico em ácidos fúlvicos livres que os

demais horizontes subjacentes, o que aparentemente nos permite supor que não esteja ocorrendo uma forte migração de frações orgânicas pouco polimerizadas em profundidade. A relação ácidos fúlvicos livres/ácidos fúlvicos totais no perfil PRV-1 decresce de 0,46, valores médios relativos aos quatro primeiros horizontes, para 0,23 nos horizontes subjacentes. No perfil PRV-2 esta relação decresce em média de 0,52, relativo aos três primeiros horizontes, para 0,14 nos horizontes inferiores.

A substância alcalino-solúvel encontra-se em proporções bastante significativa nos horizontes superficial do perfil PRV-1 e subsuperficial do perfil PRV-2. As diferenças encontradas entre os dois perfis podem estar relacionadas à presença de ions metálicos no solo, que atuam na formação de complexos metálicos envolvendo a remoção de protons (H^+) dos agentes complexantes (AH's e AF's), conduzindo inclusive a queda no pH da solução do solo. Ram e Raman (1983), estudando a complexação de ácidos húmicos e fúlvicos com ions metálicos divalentes, Ca^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , e Cu^{++} , em Molisol, Histosol e Alfisol, verificaram que o Cu^{++} apresentou maior tendência a complexação que os demais ions. A magnitude do pH sobre a adição desses ions nos referidos ácidos seguiu a ordem $Cu > Zn > Mn > Ca$ até pH 7,5 e mudou para sequência $Zn > Cu > Mn > Ca$ a pH mais elevado. O alumínio também desempenha papel importante no processo de complexação dos ácidos húmicos e fúlvicos (Pionk e Corey

(1967); Silva Rodrigues e Schaeffer (1971); Ritchie et ali (1982). O conteúdo alto de Al trocável presente nos dois perfis de solo, com certa restrição aos horizontes superficiais do perfil PRV-1 associado à reação ácida do solo, favorece a complexação, formando complexos bem estáveis.

A relação húmico-fúlvica-fúlvica ao longo dos perfis (Tabela 6), varia entre 0,5 e 1,1 no perfil PRV-1 e entre 0,9 e 4,1 no perfil PRV-2, sendo cerca de 0,8 e 2,1 nos horizontes superficiais dos perfis PRV-1 e PRV-2, respectivamente. A relação mostra a predominância de ácidos fúlvicos no perfil PRV-1 e de ácidos húmicos no perfil PRV-2. O coeficiente $E_{4/6} / E_{5/6}$ (índice de humificação) Tabela 7, nos horizontes superficiais é cerca de 4,2 e 4,3 no perfil PRV-1 e de 4,5 e 5,0 no perfil PRV-2, indicando um maior grau de polimerização dos ácidos húmicos no perfil PRV-1. Nos horizontes subsuperficiais, o índice de humificação varia entre 4,4 e 7,2 e entre 3,3 e 5,3 nos perfis PRV-1 e PRV-2, respectivamente. De certa forma, estes dados indicam que nos horizontes subsuperficiais os ácidos húmicos se encontram em grau de polimerização mais evoluído no perfil PRV-2. Os maiores índices encontrados, 7,1 e 7,2, referem-se aos horizontes H₅ e H₆ do perfil PRV-1, respectivamente. Estes horizontes se encontram em grau bastante reduzido de humificação, com a presença significativa de material fibroso, sendo inclusive encontrado vestígios de material

parental.

Couto (1984) em estudo feito em Solos Orgânicos do Vale Arrojado, Bahia, encontrou índice de humificação de 5,6, 6,4 e 6,9, referente às áreas cultivadas continuamente há mais de 4 décadas e de 7,7 referente à área que nunca foi cultivada e nem queimada. Os dados mostram que estes solos se apresentam menos humificados que os solos do presente estudo. Os elevados teores de hidrogênio, cerca de 66 mE/100g, os baixos teores de conteúdo mineral, cerca de 24%, e o nível do lençol freático mais próximo à superfície, em média 30 cm, constatados nos solos do Vale do Arrojado, parecem contribuir significativamente para o menor grau de humificação destes solos, comparados aos solos em estudo. Estas interpretações supostas à cerca do estado de humificação entre os solos das duas regiões, são concordantes com relatos apresentados por Boelter (1974); Lyn et al (1974), Zelazny e Carlisle (1974) e Chen et al (1977).

A relação carbono/nitrogênio é alta nos dois perfis de solo (Tabela 5), com as taxas variando de 28 a 42 no perfil PRV-1 e de 17 a 42 no perfil PRV-2. Verifica-se que a relação aumenta ao longo do perfil, pelo que as condições de umidade se apresentam mais favoráveis, ao contrário do que ocorre nas camadas mais próximas à superfície do solo, devido ao próprio nível do lençol freático, que oscila muito durante o ano. El Halfawi et ali (1966), estudando a

mineralização e humificação da matéria orgânica no solo sob condições de umedecimento e secagem, constataram que sob alternância pronunciada e frequente de umidade e seca, as taxas eram mais baixas que sob condições permanente de umidade. Concluíram que o conteúdo de umidade, aeração e alternância das condições de umidade e seca, têm uma influência pronunciada no processo de humificação.

A fração humina nos horizontes superficiais encontra-se em proporções significativas apenas no perfil PRV-2, representando inclusive mais que o dobro da proporção presente no perfil PRV-1. As proporções referentes ao perfil PRV-2 são semelhantes as encontradas em três séries de Solos Orgânicos estudados por Zelazny e Carlisle (1974), na Flórida, USA. Nesta parte do perfil, provavelmente devem estar presentes as três formas de humina (neosíntese microbiana, insolubilização e residual), de acordo com a classificação proposta por Jackim (1980). Devido a natureza orgânica e condições de formação desses solos, é de se supor que haja uma certa predominância de humina residual sobre as demais formas de humina. A humina residual permaneceria e se tornaria indubitavelmente predominante nos horizontes subsuperficiais, enquanto as outras formas de humina, humina de neosíntese microbiana e de insolubilização, tenderiam a desaparecer em profundidade, devido as condições desfavoráveis do meio.

Nos horizontes subsuperficiais, a humina do perfil

PRV-1 representa uma fração do carbono orgânico total relativamente alta e significativamente superior a humina dos horizontes subsuperficiais do perfil PRV-2. Nessa parte do perfil, a atividade biológica é bastante reduzida devido a reação ácida do solo e as fracas condições aeróbicas do meio decorrente do nível do lençol freático que geralmente oscila entre 30 e 60 cm à superfície do solo. Dessa forma, a mineralização primária e a liberação de compostos fenólicos solúveis ficam muito fracas e limitadas à superfície do solo onde as condições do meio são mais favoráveis. Consequentemente há um acúmulo de grande quantidade de matéria orgânica pouco decomposta, denominada humina residual ou de evolução.

A evolução do húmus nos Solos Orgânicos é mostrada de forma esquemática na Figura 24, de acordo com Jacquín (1980).

1.5. Húmus dos solos hidromórficos gleizados

Os dados caracterizando a composição do húmus dos perfis PRV-3 e PRV-4 são apresentados na Tabela 6 e ilustrados nas Figuras 13, 15 e 17. Verifica-se que o húmus do horizonte A é constituído em grande parte pela fração alcalino solúvel e por apenas uma pequena fração de ácidos fúlvicos livres e de humina. Nos horizontes glei há um decréscimo em torno de 15% da fração ácido húmico e um aumento de aproximadamente 50% da fração humina. De acordo com Sastriques (1982), a presença de horizonte glei

difículta a polimerização dos ácidos húmicos e a formação de complexos argilo-húmicos e que o aumento da fração húmica deve estar relacionado com a presença de partículas finas de restos vegetais parcialmente humificados. Estas tendem a se acumular em consequência dos processos de humificação serem limitados.

A relação húmico-fúlvica no horizonte A é cerca de 1,2 e 0,7 para os perfis PRV-3 e PRV-4, respectivamente, decrescendo em profundidade (Tabela 6). O índice de humificação nesses horizontes é cerca de 3,4 no perfil PRV-3 e 3,7 no perfil PRV-4. Nos horizontes gleizados o índice de humificação varia entre 3,6 e 5,1. Isto significa que os ácidos húmicos se encontram em grau de polimerização mais evoluído nos horizontes superficiais. Em Solos Glei do Vale do Arrojado, Bahia, cultivados por mais de 4 décadas, Couto (1982) encontrou índice de humificação em torno de 3,3, referente ao horizonte A. No entanto, em Cuba, Sastriques (1982) constatou índice de 5,1 na superfície de Glei Húmico, considerando o grau de polimerização muito baixo. Os dados mostram o grau avançado de humificação em que se encontram os solos estudados por Couto (1984) e os do presente estudo. A relação carbono/nitrogênio (tabela 5), aumenta com a profundidade do perfil, apresentando valores variando de 15 a 26 no perfil PRV-3 e de 10 a 17 no perfil PRV-4, sendo portanto considerada relativamente alta em sua totalidade.

A redução da relação húmico-fúlvica, o aumento da fração humina em mais de 50% e a elevação da relação C/N constatadas nos horizontes glei, decorrentes do processo de gleização, parece indicar uma humificação incompleta dos restos vegetais, o que é concordante com as idéias de Sastriques (1982). Nessa parte do perfil, a atividade biológica fica muito fraca devido a reação ácida do solo e também as condições de hidromorfismo característico nesses solos.

As camadas superficiais, constituídas pelos horizontes Ap e A do perfil PRV-3 e Ap relativo ao perfil PRV-4, parecem ¹²apresentar a mesma dinâmica da matéria orgânica que os horizontes superficiais do perfil PRV-1, como pode ser observado nas Figuras 12, 13, 14, 15, 16 e 17. Nota-se que o húmus é de natureza semelhante e constituído principalmente por ácidos húmicos e fúlvicos e por apenas uma pequena parte de humina, apesar de algumas diferenças nos teores de ácidos húmicos, principalmente, mas que entretanto não se mostram significativas. É de se supor que a humina dos horizontes superficiais dos perfis PRV-3 e PRV-4 apresentem as mesmas características que a humina do perfil PRV-1.

Nesses solos se desenvolve o húmus do tipo MOR/MODER, de acordo com a classificação proposta por Duchaufour (1976). Neste tipo de solo, a mineralização primária parece ser inibida parcialmente pela liberação de importantes quantidades de compostos fenólicos solúveis, de forma que o

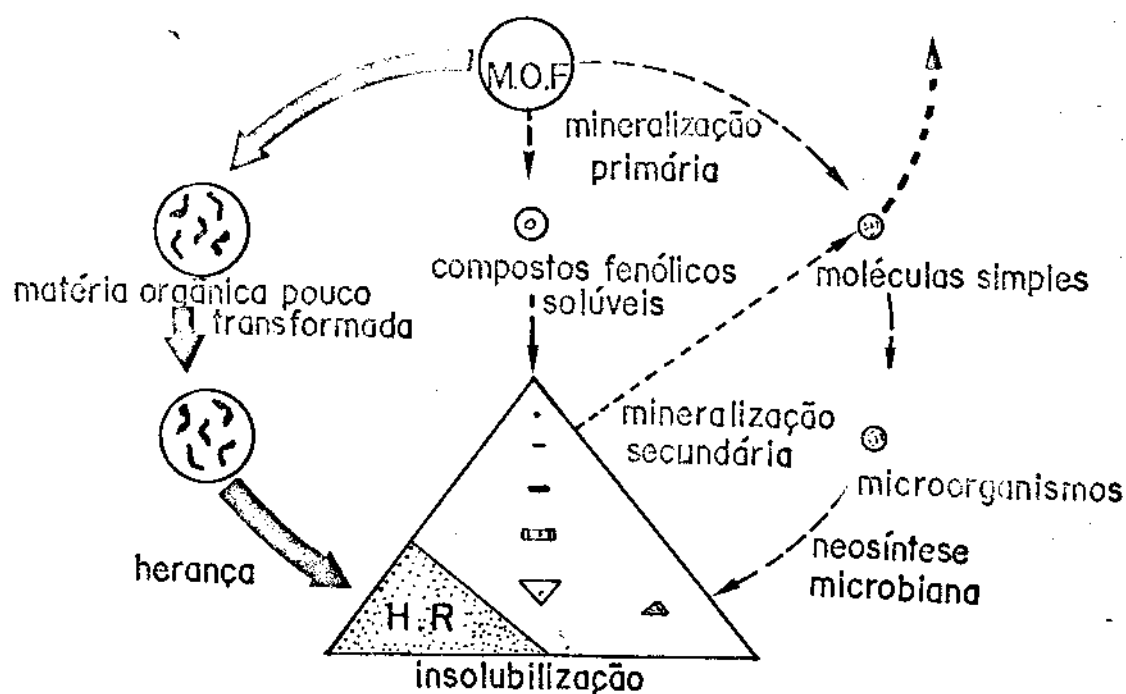


Figura 24 - Esquema geral de evolução da matéria orgânica nos solos orgânicos, segundo Jacquin (1980).

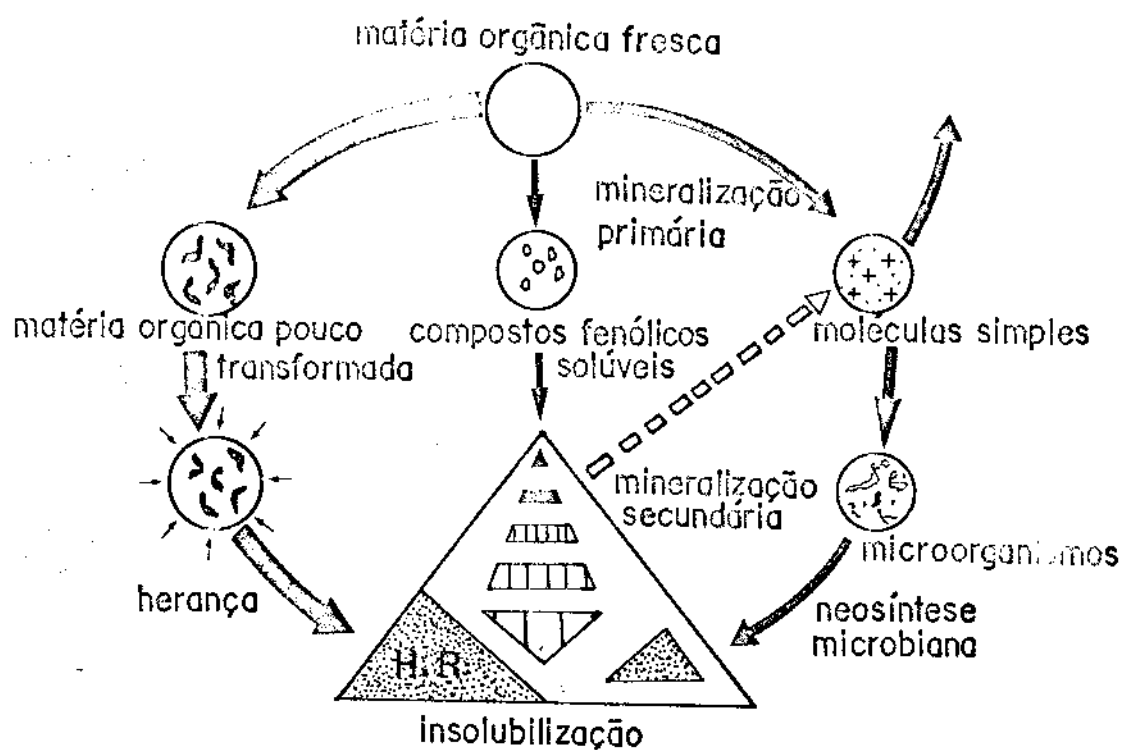


Figura 25 - Esquema geral da evolução da matéria orgânica nos solos tipo Mor/Moder, segundo Jacquin (1980).

estado húmico de tais solos se caracteriza ainda por uma predominância de húmida residual sobre os outros tipos de compostos húmicos.

O desenvolvimento do húmus nessa classe de solo é apresentado de forma esquemática na Figura 25, segundo Jacquín (1980).

1.6. Efeito da forma de uso do solo sobre a matéria orgânica nos horizontes superficiais.

O efeito da forma de cultivo do solo relacionado aos horizontes superficiais dos perfis de solos estudados sobre a dinâmica da matéria orgânica, pode ser interpretado de acordo com os dados dispostos nas Tabelas 5 e 6.

Verifica-se que há um acúmulo maior de matéria orgânica no perfil PRV-2, que nos demais perfis de solos em estudo. Este fato parece estar relacionado à forma de utilização agrícola dos solos e possivelmente com a estabilização da matéria orgânica pelos colóides do solo associados aos íons.

O uso contínuo das áreas representadas pelos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4, sob sistema de plantio convencional, comparado à área representada pelo perfil PRV-2, que se encontra há longos anos sob pousio, tem contribuído para a diferença encontrada nos teores de matéria orgânica do solo.

Por outro lado, o processo de mineralização é mais intenso sob temperaturas mais altas da camada superficial do solo (Andreaux e Becerra, 1972). A temperatura

relativamente alta na região favorece o processo de mineralização das substâncias húmicas do solo. Igratieff e

✱ Lemos (1963) verificaram que a matéria orgânica é destruída mais rapidamente em altas temperaturas acima de 25 C que em temperaturas mais baixas. Dessa forma, a superfície do solo mais exposta à ação da luz solar, favorece a decomposição da matéria orgânica, sendo então mais pronunciado nas áreas relacionadas aos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4.

Parra (1986) estudando o efeito de sistemas de plantio e sucessões de culturas sobre a matéria orgânica da camada superficial de um Latossolo Roxo Distrófico de Londrina, PR, constatou haver maior acúmulo de matéria orgânica sob plantio direto que em plantio convencional. Considerou a menor taxa de decomposição de resíduos orgânicos no plantio direto como um dos principais fatores responsável pelo maior acúmulo de matéria orgânica nesse sistema.

Nesse sentido, a decomposição mais intensa da matéria orgânica nos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4, contribui para a aceleração do processo de mineralização, impedindo por conseguinte a formação de substâncias húmicas mais estáveis.

Com relação aos teores de carbono orgânico nas camadas superficiais parece existir uma certa relação com os teores de alumínio trocável. A existência dessa relação reflete a influência do alumínio na formação de compostos organo-metálicos muito estáveis e consequente fixação de

moléculas orgânicas, como a humina, aos coloides do solo pelos ions Al^{+++} , propiciando maior acúmulo de matéria orgânica. Estas interpretações são concordantes com relatos apresentados por Volkoff e Cerri (1981) e Broadbent et al (1964).

A contribuição das diversas frações orgânicas foi afetada pela diferença de forma de uso do solo. O material orgânico nos horizontes superficiais do perfil PRV-2 promoveu menor contribuição de carbono da fração ácidos fúlvicos em relação ao total de carbono orgânico, comparado aos demais perfis de solo. Este fato parece estar relacionado ao processo de mineralização menos intenso da matéria orgânica no perfil PRV-2.

No que concerne as substâncias húmicas alcalino-solúveis (ácidos húmicos e fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio + soda), verifica-se que o material orgânico nos horizontes superficiais dos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4 proporcionou maior contribuição de carbono dessa fração em relação ao total de carbono orgânico, comparado ao perfil PRV-2, com diferenças bastante significativa. Este fato parece estar relacionado em parte à adubação corretiva do solo, onde os elementos Ca e Mg mostram uma certa correlação com as frações alcalino-solúveis.

A humina, caracterizado por apresentar baixa susceptibilidade a biodegradação, mostrou-se afetada pela forma de uso do solo. A participação dessa fração foi

significativamente mais favorecida na área relativa ao perfil PRV-2. Observa-se que as áreas que proporcionaram maior contribuição de ácidos fúlvicos, ao contrário, promoveu menor participação relativa a fração humina.

Os resultados das determinações do índice de humificação (E_4/E_6) e tamanho relativo da molécula nos horizontes superficiais (Tabela 7), se mostram relacionados com o teor de matéria orgânica do solo. Os valores de densidade ótica dos ácidos húmicos referentes ao perfil PRV-2 indicam um mais baixo grau de condensação do carbono das estruturas aromáticas comparado com os demais perfis de solo, de menor acúmulo de matéria orgânica. Essas observações mostram a influência da forma de uso do solo na formação das substâncias húmicas em diferentes quantidades e natureza, concordantes com resultados apresentados por Kononova (1975) e Couto (1984).

2. Características morfológicas

Os perfis PRV-1 e PRV-2, referentes aos solos de natureza orgânica, possuem seção de controle de 135 cm, subdividida em três camadas, de acordo com critério proposto por Mckinze (1974), inserido na Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975), sendo: superficial, subsuperficial e a de base. A camada superficial possui espessura de 25 cm, a subsuperficial aproximadamente de 50 cm e a de base 60 cm, que se encontram sobrejacentes a camada mineral sedimentar. Apresentam sequência de horizontes HC, com horizonte H

subdividido em H_p , $H_2 + \dots + H_6$ e H_p , $H_2 + \dots + H_7$,
respectivamente para os perfis PRV-1 e PRV-2.

Os perfis PRV-3 e PRV-4, referentes aos solos gleizados, têm sequência de horizontes AC e A(Bg)C, respectivamente. O horizonte A do perfil PRV-3, de espessura de 35 cm, apresenta-se subdividido em A_p e A_{12} , enquanto o perfil PRV-4 apresenta somente horizonte A_p com espessura de 20 cm, sobrejacente às camadas gleizadas.

As cores dos horizontes dos perfis PRV-1 e PRV-2 são neutras, com exceção dos horizontes H_3 e H_4 que apresentam matiz 10YR, valor 2 e croma 1 a 2. Com relação aos mosqueados, o perfil PRV-1 apresenta nos horizontes H_3 e H_4 cor mosqueada vermelho-amarelado (matiz 5YR), enquanto o PRV-2 cor brunada (matiz 7.5YR) no horizonte H_3 .

Os perfis PRV-3 e PRV-4 apresentam cores neutras no horizonte A, provavelmente devido a influência da matéria orgânica. Os horizontes gleizados (Bg) e Cg do perfil PRV-4 apresentam cores neutras, e mosqueados amarelo brunado (matiz 10YR), valor e croma 6, enquanto que os horizontes C_{g1} e IIC_{g2} do perfil PRV-3 apresentam cores acinzentadas com matiz 10YR, mosqueados com cores cinzento escuro e amarelo brunado (matiz 10YR), bruno amarelado (matiz 10YR) e bruno forte (matiz 7,5YR).

Quanto à estrutura, os perfis PRV-1 e PRV-2 apresentam estrutura fraca a forte, muito pequena a média granular e blocos angulares nas camadas superficiais, e

moderada a forte, média a grande prismática composta de blocos angulares e subangulares nas camadas subsuperficiais. Nas camadas de base verifica-se a presença de material orgânico em estágio intermediário de decomposição, sem estruturação. A ocorrência de grandes prismas nas camadas subsuperficiais, compostas de blocos angulares e subangulares, deve-se a alternância de umedecimento e secagem provocada pela oscilação do lençol freático. A ocorrência desse tipo de estrutura é descrita por Lee e Manoch (1974)), como sendo uma estrutura pedogênica, decorrente da perda de identidade de materiais vegetais, redução no conteúdo de fibras e destruição da estrutura deposicional e conseqüentemente, desenvolvimento da estrutura do solo.

3. Características físicas

Os teores de umidade (tabela 8) mostram que, independente da tensão, há um aumento da retenção de água com a profundidade no perfil PRV-1, o que não acontece com o perfil PRV-2, que apresenta uma variação de valores de umidade alternada ao longo do perfil. Quanto aos perfis PRV-3 e PRV-4, há um decréscimo da retenção de água em profundidade. Verifica-se, porém, que para os quatro perfis os teores de umidade estão diretamente relacionados aos teores de matéria orgânica.

Fazendo-se uma comparação entre horizontes no que

concerne a capacidade de retenção de umidade, dentro de um mesmo perfil, verifica-se que os horizontes de maior acúmulo de matéria orgânica, H_3 , H_4 , H_5 e H_6 no perfil PRV-1 e os horizontes H_p , H_2 , H_6 no perfil PRV-2, retêm mais água que os demais.

As curvas de retenção de umidade apresentadas para estes dois perfis (Figura 26), mostram-se semelhantes e com tendência a horizontalidade a partir da tensão de 5,0 atmosferas. Assim, a quase totalidade da água disponível para as plantas nesses solos encontra-se entre as tensões de 0,1 e 1,0 atmosferas, sendo mínima a disponibilidade sob tensões superiores a essa faixa. Estas curvas são bastante semelhantes às de um Podzólico Vermelho-Amarelo de Pelotas, RS, estudado por Winkler e Goedert (1972) e aos perfis de diversas classes de solos, estudados por Fontes e Oliveira (1982).

Nos solos gleizados, as curvas de retenção de umidade obtidas para os perfis PRV-3 e PRV-4 (Figura 27), são descendentes até 10,0 atmosferas de tensão, tendendo a horizontalidade de forma acentuada a partir desta tensão. Estas curvas são semelhantes às obtidas por Fontes e Oliveira (1982) para Latossolo Eutrófico.

Nestes perfis a disponibilidade de água é maior entre as tensões de 0,1 e 5,0 atmosferas. Esta disponibilidade de água para as plantas é semelhante a encontrada por Winkler e Goedert (1972) para um Ochraqualf.

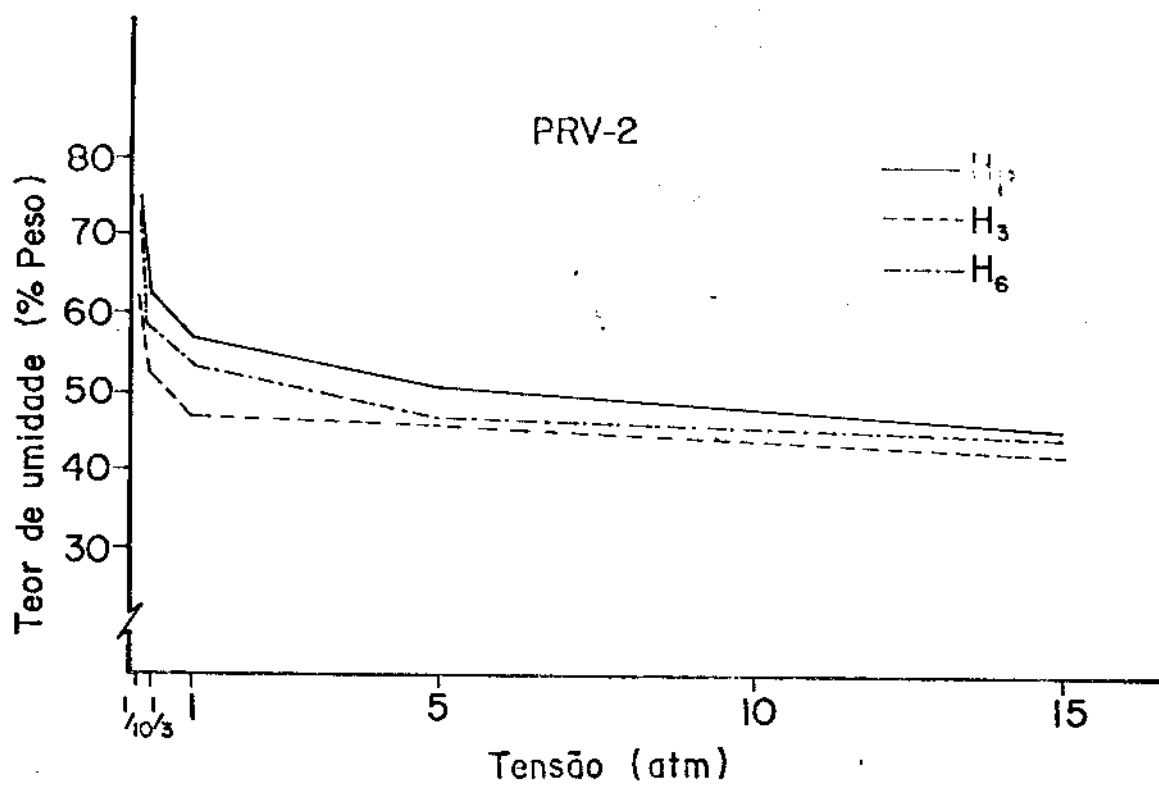
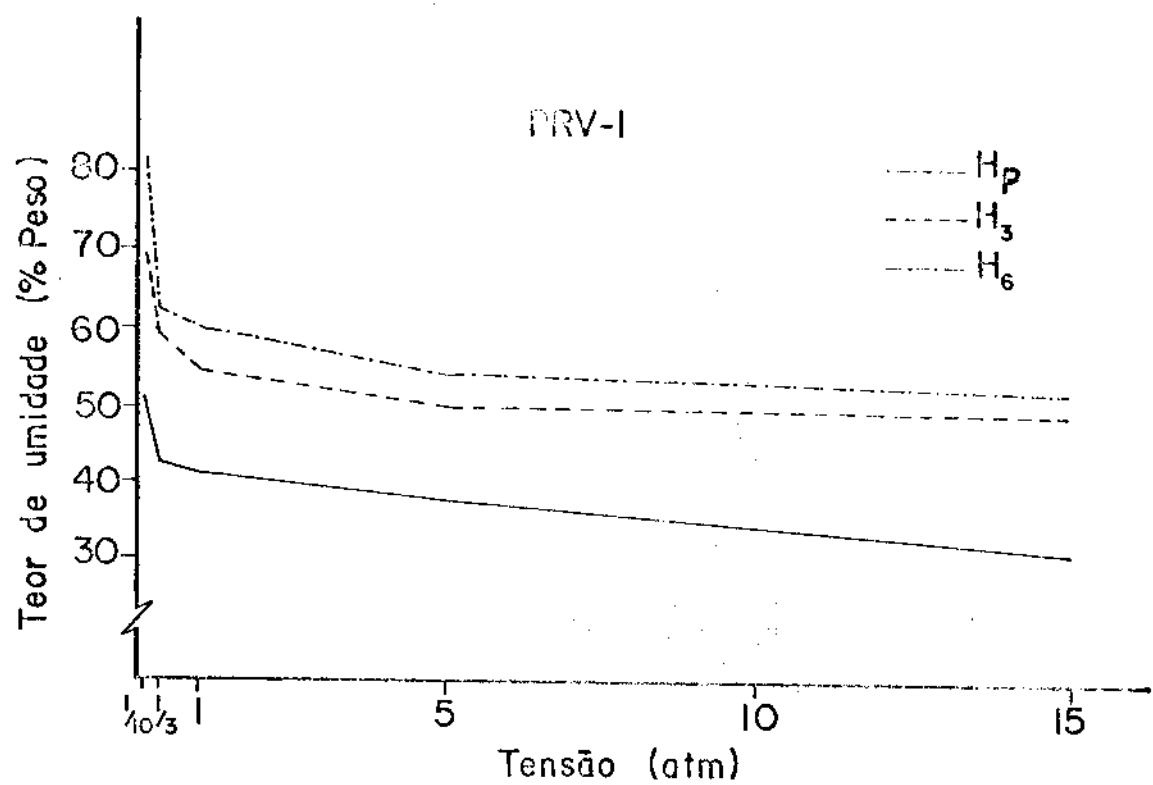


Figura 26 - Curvas características de umidade dos perfis PRV-1 e PRV-2.

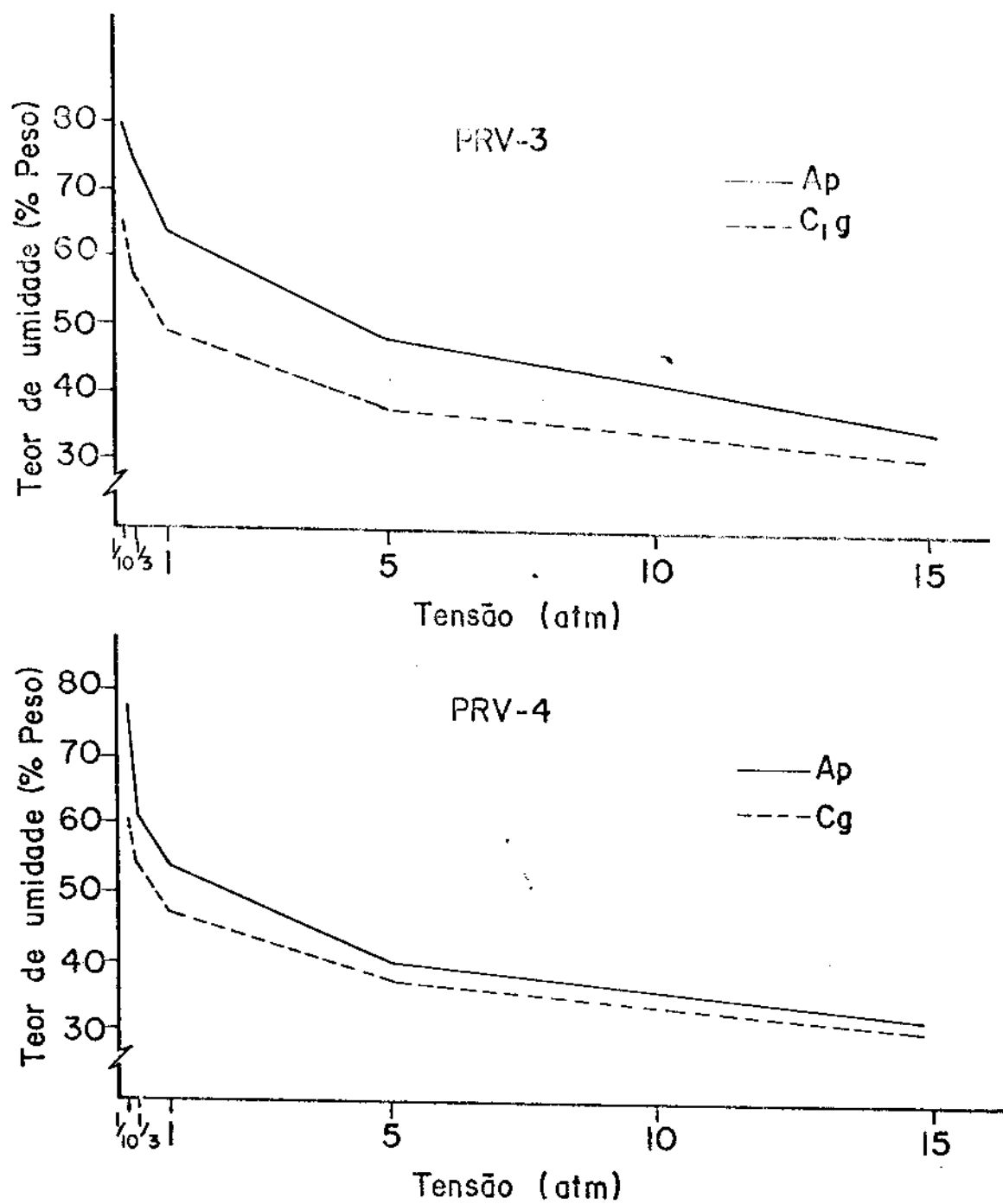


Figura 27 - Curvas características de umidade dos perfis PRV-3 e PRV-4.

Em todos, especialmente no perfil PRV-4, não ocorre grande diferenciação entre os horizontes, no que se refere à capacidade de retenção de umidade. Os horizontes Ap, com maior teor de matéria orgânica, retêm mais água que os demais, resultados estes concordantes com os encontrados por Grohman e Medina (1962), Winkler e Goedert (1972), Freire e Scardua (1978) e Mclean e Yager (1972).

De acordo com os resultados obtidos, a disponibilidade de água dos solos estudados obedece a seguinte ordem de valores médios expressos em cm/122 cm de profundidade: 8,0 e 8,6 para os perfis PRV-1 e PRV-2, respectivamente, e 22,0 para os perfis PRV-3 e PRV-4.

Segundo o critério adotado pelo USDI (1953), estes valores devem ser considerados como médios para os perfis PRV-1 e PRV-2 e altos para os perfis PRV-3 e PRV-4.

O conteúdo de água (Tabela 8), variou de 52,2% no horizonte H₂ do perfil PRV-1 a 263,8% no horizonte H₆, deste mesmo perfil. Há um aumento em profundidade nos perfis PRV-1 e PRV-2 e decréscimo nos perfis PRV-3 e PRV-4. Nota-se que há uma íntima relação do conteúdo de água com a porosidade total e a densidade do solo (Figura 28), o que está de acordo com os resultados encontrados por Boelter (1974) em Solos Orgânicos.

Nos solos relativos aos perfis PRV-1 e PRV-2, o conteúdo de água é maior nos horizontes que se encontram menos decompostos, estimado pela densidade do solo e

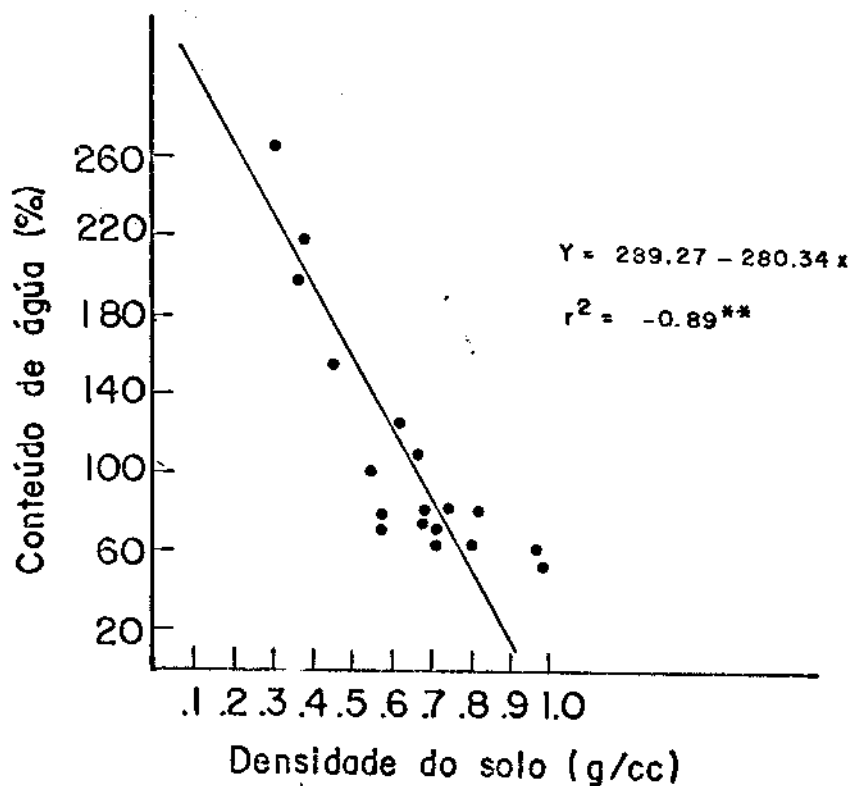
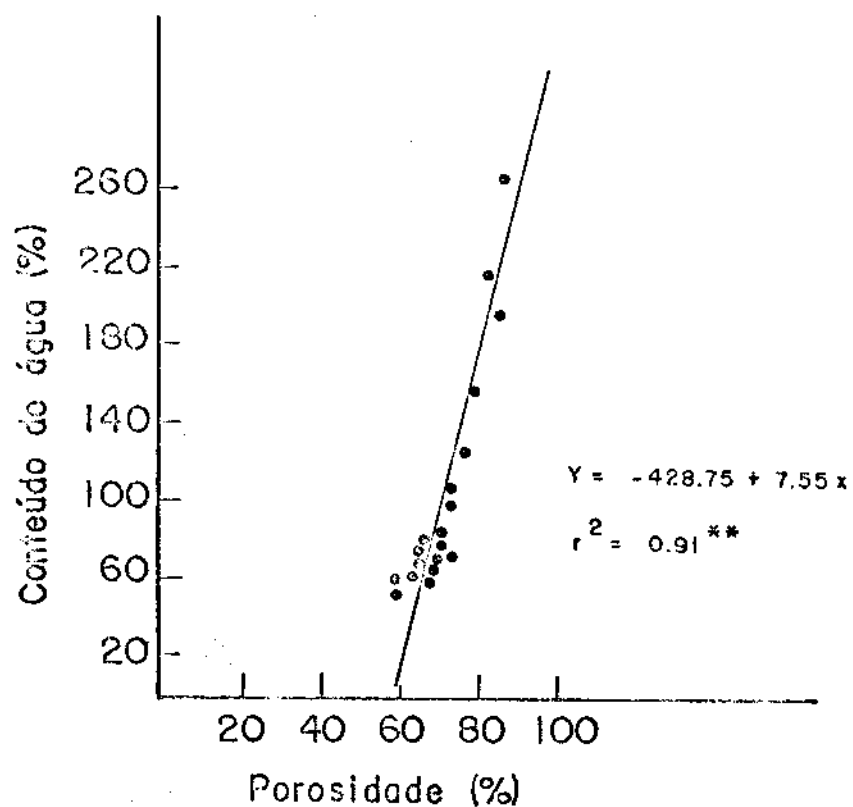


Figura 28 - Relação do conteúdo de água com a porosidade total e a densidade do solo para os perfis de solos estudados.

face à heterogeneidade das frações orgânicas e minerais na constituição dos solos em estudo.

Verifica-se que há um decréscimo da densidade em profundidade, nos perfis PRV-1 e PRV-2. Os dados mostram que o conteúdo mineral tem um efeito significativo sobre a densidade nestes dois perfis de solo, concordante com relatos apresentados por Lyn et al (1974), assim como o estado de decomposição do material orgânico (Figura 34, 35, 36 e 38). Segundo Boelter (1965, 1974) e Lyn et al (1974), a densidade do solo tende a aumentar com a decomposição do material orgânico. Nota-se por exemplo, que os menores valores absolutos de densidade são encontrados nos horizontes H e H⁵ e H⁶ destes perfis de solo. Estes horizontes são considerados os menos decompostos, evidenciado pela maior % de fibras esfregadas e menor conteúdo mineral, como pode ser observado na Tabela 10.

Nos horizontes superficiais dos perfis PRV-1 e PRV-2, a influência da atividade agrícola na densidade parece contribuir significativamente para os elevados valores da densidade encontrados nestes horizontes. O perfil PRV-1, representativo de área sob cultivo contínuo há longos anos, tem valores de densidade maior que do perfil PRV-2, referentes à área cuja utilização agrícola foi interrompida há duas décadas aproximadamente. Lyn et al (1974) ressalta que a densidade tende a ser maior nos horizontes superficiais de Solos Orgânico cultivados que nos não

conteúdo de fibras esfregadas, de acordo com Kaila (1956), Farnham e Finney (1965) e Lyn et al (1974). Verifica-se ainda, que o conteúdo de água apresenta uma relação inversa com o conteúdo mineral ao longo do perfil. O fato do conteúdo de água aumentar com o decréscimo do conteúdo mineral, está relacionado ao grau de decomposição do material orgânico. Segundo Lyn et al (1974), o estado de decomposição, evidenciado pelo conteúdo de fibras esfregadas, está comumente associado com o conteúdo mineral do solo. Verifica-se por exemplo, que nos horizontes H₅ e H₆ do perfil PRV-1 são encontrados os menores valores absolutos de densidade e conteúdo mineral, horizonte estes, que por sinal apresentam os maiores valores de conteúdo de água. Nestes dois horizontes, o material orgânico foi identificado como "hemic", constituído de 20 e 26% de fibras esfregadas, respectivamente (Tabela 10).

Nos solos gleizados, perfis PRV-3 e PRV-4, o conteúdo de água decresce ao longo do perfil, variando de 74,2 a 80,7% no horizonte A, alcançando o mínimo de 60,0% no horizonte Cg do perfil PRV-4. Os baixos teores de matéria orgânica e os elevados teores do conteúdo mineral, parecem contribuir para os valores de conteúdo de água encontrados nos horizontes glei destes solos, principalmente no perfil PRV-4.

Como era de se esperar, os valores de densidade do solo (Tabela 10) apresentam-se variáveis ao longo do perfil

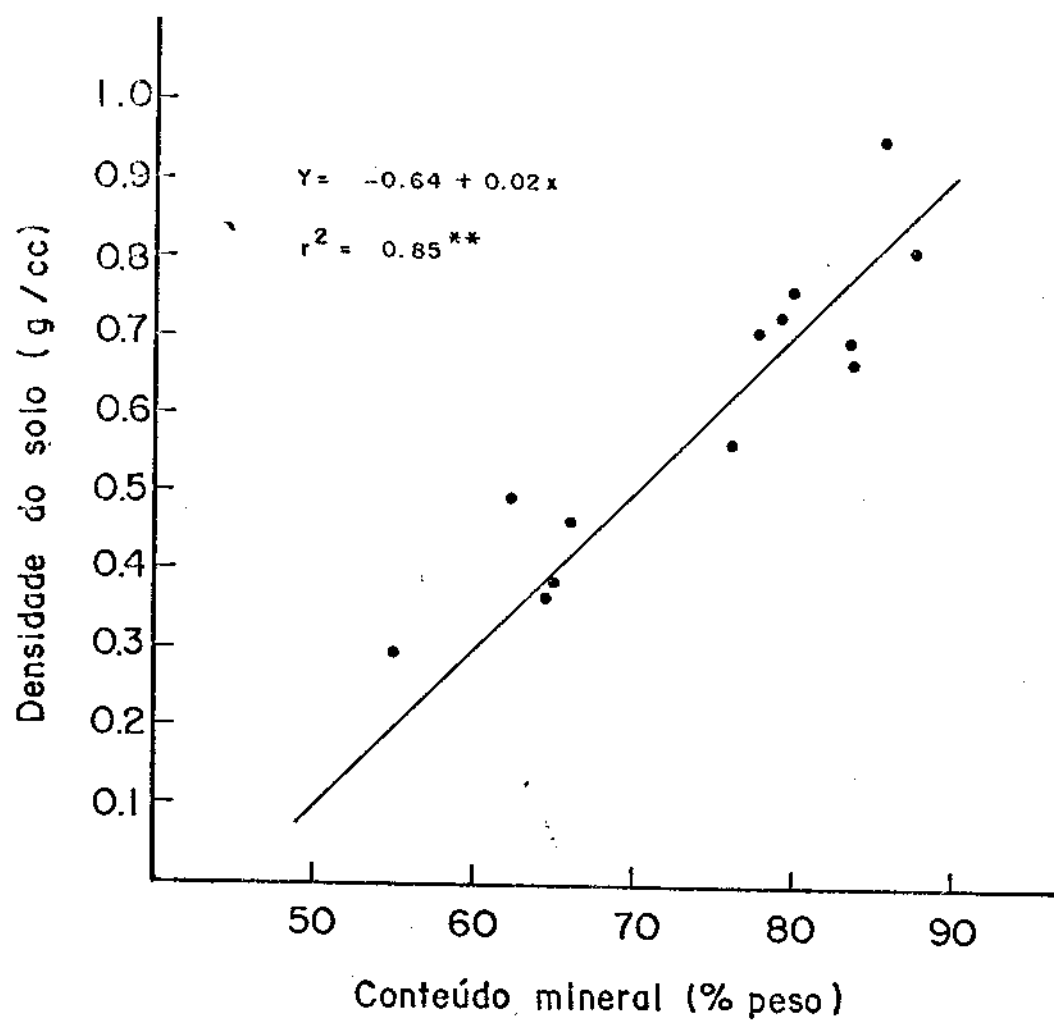


Figura 29 - Relação entre a densidade do solo e o conteúdo mineral dos perfis PRV-1 e PRV-2.

cultivados.

Os valores de densidade apresentaram uma correlação linear positiva com o conteúdo mineral, como pode ser observado na Figura 29. Tal relação foi encontrada por Finney et al (1974) trabalhando com séries de Solos Orgânicos constituído de material "limnic", em Minnesota, USA. Ambas propriedades do solo também têm sido utilizadas diretamente como parâmetros para estimar o potencial de subsidência de Solos Orgânicos (Lyn et al, 1974) e que será discutido mais adiante.

Nos solos gleizados, perfis PRV-3 e PRV-4, a densidade aumenta em profundidade, estando relacionada ao teor de matéria orgânica e ao conteúdo mineral do solo. No horizonte A a redução da densidade é explicável pelo maior teor de matéria orgânica e menor conteúdo mineral, aliado à estrutura granular.

A porosidade total (Tabela 8) aumenta com o conteúdo de água e está diretamente relacionada à retenção de umidade do solo. Apresenta ainda, uma relação inversamente proporcional à densidade e ao conteúdo mineral do solo. Nota-se que há um aumento da densidade em profundidade nos perfis PRV-1 e PRV-2, e um decréscimo nos perfis PRV-3 e PRV-4.

Verifica-se que os maiores valores de porosidade total são encontrados nos horizontes H_5 e H_6 dos perfis PRV-1 e PRV-2, considerados os menos decompostos. Boelter

Tabela 8. Resultados de retenção de água sob tensão de 0.10, 0.33, 1.00, 5.00 e 15.00 atmosferas da fração terra fina ($< 2\text{mm}$), conteúdo de água (%), porosidade total e superfície específica de horizontes.

Solo (perfil)	horiz. ou camada	0.10	0.33	1.00 (umidade)	5.00 (% peso)	15.00	Cont. de água (%)	P. total (% vol.)	superfície específica (m^2/g)
PRV-1	H ₁	51.2	42.7	41.0	38.0	31.8	63.3	63.5	195.3
	H ₂	53.6	44.9	43.0	39.1	31.0	52.2	58.2	196.7
	H ₃	69.6	58.7	54.3	50.1	49.2	80.8	69.7	211.9
	H ₄	70.0	59.5	54.9	41.7	39.5	123.5	76.3	247.0
	H ₅	70.3	57.3	53.4	49.4	47.8	214.3	82.2	397.6
	H ₆	82.1	62.5	60.1	54.1	52.1	263.8	85.1	468.9
PRV-2	H ₁	75.5	61.8	57.1	50.9	45.7	75.3	65.0	240.7
	H ₂	77.0	65.3	61.2	53.4	49.6	63.6	67.7	242.4
	H ₃	62.6	53.0	47.5	46.0	42.7	72.8	72.4	231.1
	H ₄	70.5	57.5	50.7	45.9	42.5	99.8	71.8	293.3
	H ₅	64.9	54.5	49.7	44.6	43.3	154.8	76.8	361.7
	H ₆	73.1	58.5	53.6	46.4	44.6	196.7	82.0	379.2
	H ₇	61.7	50.8	47.2	41.0	39.8	107.7	71.7	236.1

Tabela 8. continuação

Solo (perfil)	horiz. ou camada	0.10	0.33	1.00 (umidade)	5.00 (%peso)	15.00	Cont. de água (%)	P. total (% vol.)	superfície específica (m ² /g)
PRV-3	Ap	78.8	74.5	63.8	48.3	35.2	77.8	70.0	---
	A ₁₂	84.2	77.1	67.4	47.9	35.4	80.7	70.6	---
	C _{1g}	65.1	56.9	49.6	37.9	31.2	79.3	67.4	---
	IIC _{2g}	71.0	62.9	54.3	40.0	39.9	63.1	----	---
PRV-4	Ap	77.9	61.5	53.9	40.0	31.9	74.2	67.6	---
	(Bg)	57.2	50.1	45.1	35.4	31.0	63.0	66.7	---
	Cg	60.0	54.4	47.3	37.1	30.5	60.0	60.0	---

(1974) ressalta que a porosidade total decresce gradualmente com o aumento da decomposição do material orgânico.

Os dados mostram que o conteúdo de água e retenção de umidade são relacionados à porosidade total que por sua vez se relaciona ao grau de decomposição do material orgânico. Tais afirmativas são concordantes com resultados e relatos apresentados por Boelter (1974), estudando propriedades físicas de Solos Orgânicos.

4. Características químicas

Os dados referentes às propriedades químicas dos perfis de solos em estudo são apresentados na Tabela 9.

Os perfis PRV-1 e PRV-2 estudados, apresentam complexo sortivo relativamente elevados, com valor S variando de 4,0 a 20,8 mE/100g de TFSA dentro da seção de controle, sendo o perfil PRV-1 de maior somatório de bases em superfície e subsuperfície.

Nestes solos a capacidade de troca de cations varia de 33,7 a 109,5 mE/100g de terra fina, apresentando valores mais elevados nos horizontes superficiais, sendo o complexo trocável dos horizontes dos dois perfis dominados pelos ions hidrogênio e alumínio no que resulta o caráter de distrofismo de ambos.

São também considerados elevados os valores de S e de CTC obtidos para os perfis PRV-3 e PRV-4, e da mesma forma que nos perfis anteriores, são neles dominantes ions H^+ e Al^{+++} em relação às bases.

Tabela 9. Propriedades químicas dos solos estudados.

Solo (perfil)	Horiz.	pH			pH	mE/100g						%			
		H ₂ O	KCl	CaCl ₂		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	CTC	Valor S	Valor V	Valor Al ⁺⁺⁺
PRV-1	H ₁	5.7	4.7	4.8	-1.0	15.6	4.1	0.95	0.23	0.2	14.9	36.0	20.9	58	1
	H ₂	5.7	4.6	4.7	-1.1	15.0	3.9	0.51	0.19	0.2	15.4	35.2	19.6	56	1
	H ₃	4.8	3.8	3.9	-1.0	8.9	2.1	0.24	0.14	7.7	30.1	49.2	11.4	23	40
	H ₄	4.7	3.9	4.0	-0.8	10.0	3.6	0.30	0.14	6.1	30.2	50.2	14.1	28	30
	H ₅	3.8	3.4	3.3	-0.4	14.9	5.0	0.42	0.29	11.3	40.5	72.4	20.6	28	35
	H ₆	2.7	2.6	2.3	-0.1	12.8	7.1	0.46	0.41	13.2	45.5	79.5	20.8	25	36
PRV-2	H ₁	4.6	4.0	4.1	-0.7	6.2	0.3	0.15	0.27	5.1	23.3	35.3	6.9	20	43
	H ₂	4.6	4.0	4.1	-0.6	3.4	0.3	0.08	0.18	6.9	22.8	33.7	4.0	12	63
	H ₃	4.5	3.7	3.8	-0.8	3.6	0.4	0.04	0.20	9.6	20.3	34.1	4.2	12	70
	H ₄	4.5	3.6	3.8	-0.9	5.6	0.6	0.03	0.26	12.6	48.2	67.3	6.5	10	66
	H ₅	4.2	3.6	3.7	-0.6	7.0	1.5	0.11	0.35	12.5	41.9	63.4	9.0	14	58
	H ₆	4.1	3.5	3.6	-0.6	7.3	1.0	0.06	0.41	12.1	45.1	66.0	8.6	13	58
	H ₇	3.4	3.2	2.8	-0.2	4.5	1.6	0.07	0.33	13.0	21.1	40.6	6.5	16	67
PRV-3	Ap	4.9	4.4	4.6	-0.5	18.9	4.4	0.56	0.53	0.5	24.8	49.4	24.1	49	20
	A ₁₂	4.3	3.8	4.2	-0.5	11.3	5.7	0.37	0.34	5.1	28.0	50.8	17.7	35	22
	C _{1g}	3.3	3.1	3.2	-0.2	4.1	1.1	0.32	0.25	15.5	18.8	40.1	5.8	14	73
	IIC _{2g}	2.7	2.5	2.7	-0.2	4.9	2.2	0.12	0.08	42.4	22.0	71.7	7.3	10	85
PRV-4	Ap	4.7	3.9	4.2	-0.8	7.2	1.9	0.45	0.98	2.3	20.3	33.1	10.5	32	18
	(Bg)	3.4	3.0	3.0	-0.4	1.7	0.5	0.34	0.47	14.0	7.5	24.5	3.0	12	82
	Cg	3.3	2.9	3.0	-0.4	1.5	0.7	0.38	0.42	15.3	7.5	25.8	3.0	12	84

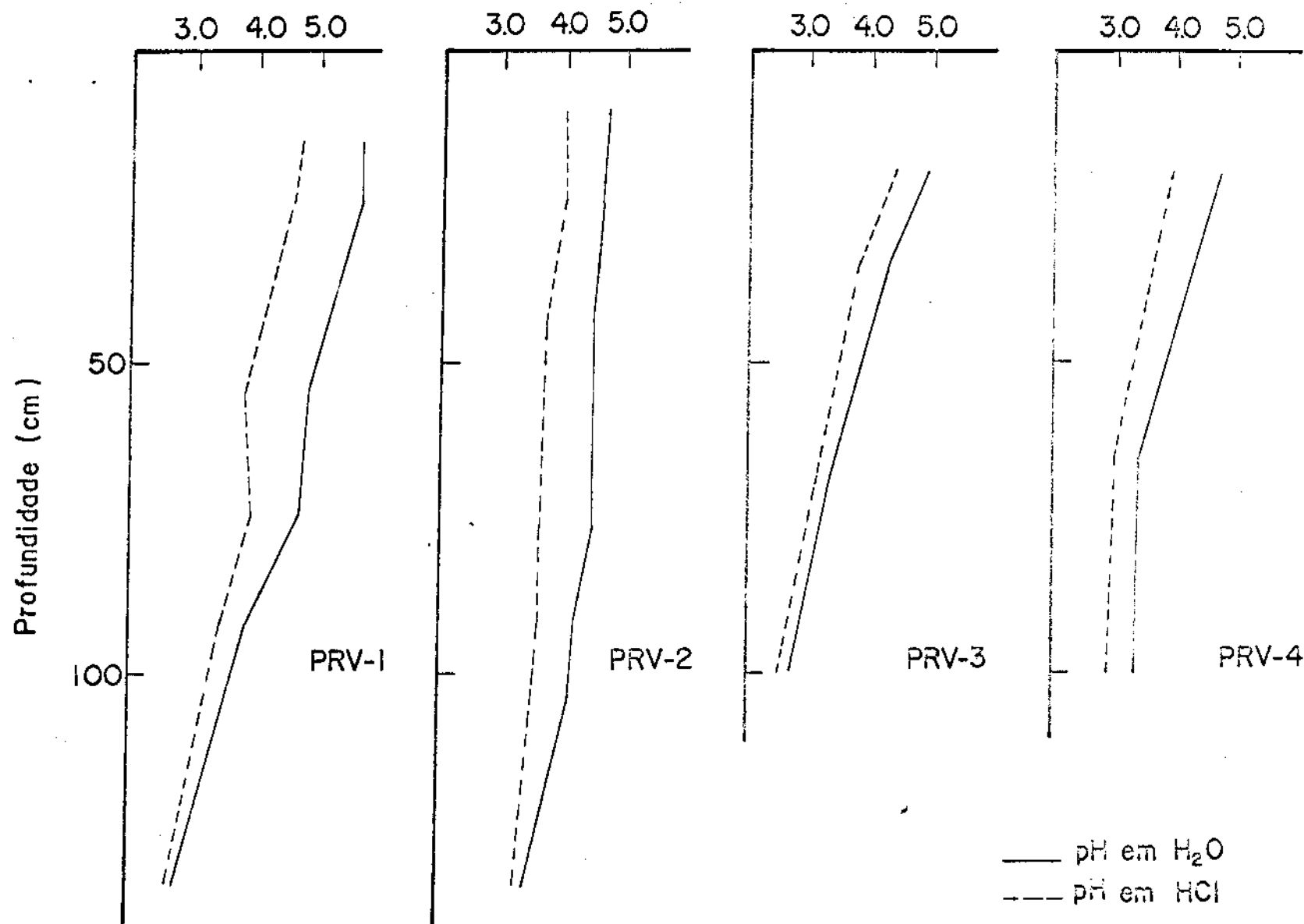


Figura 30 - Variação do pH ao longo dos perfis de solos estudados.

Os valores de pH mostram para todos os perfis, reação ácida com pH em água sempre abaixo de 5,7. Verifica-se que o pH se apresenta sempre negativo, sendo o valor de pH em termos absolutos superior em superfície e decrescendo às vezes bruscamente para os horizontes mais inferiores (Figura 30). Este dado comprova mesmo nos solos de natureza orgânica, a grande colaboração da matéria orgânica para o aumento de cargas negativas no solo. Verifica-se, à exceção do perfil PRV-2, uma tendência geral de aumento da CTC e CTC efetiva com o aumento da matéria orgânica, inclusive nos horizontes que apresentam pH inferior a 5,0 em especial no perfil PRV-1. Estes dados contrastam com os obtidos por Lopes (1983) para solos sob vegetação de cerrado mostrando, porém, certa concordância com os dados do perfil PRV-2 (Figura 31). É interessante salientar ainda, a presença de pH em água muito baixo, da ordem de 3,1 e 2,7 nos horizontes mais inferiores dos perfis PRV-1 e PRV-3. Face às condições de desenvolvimento destes solos, este fato é possível ser decorrente da presença de enxofre em teores relativamente elevados, nestes horizontes.

Para fins de conhecimento da dinâmica dos Solos Orgânicos, procurou-se investigar o relacionamento da superfície total com a capacidade de troca de cátions e demais valores relacionados à atividade do colóide do solo nos perfis PRV-1 e PRV-2. Os valores da superfície específica destes solos variaram de 195 a 470 m²/g (Tabela 8).

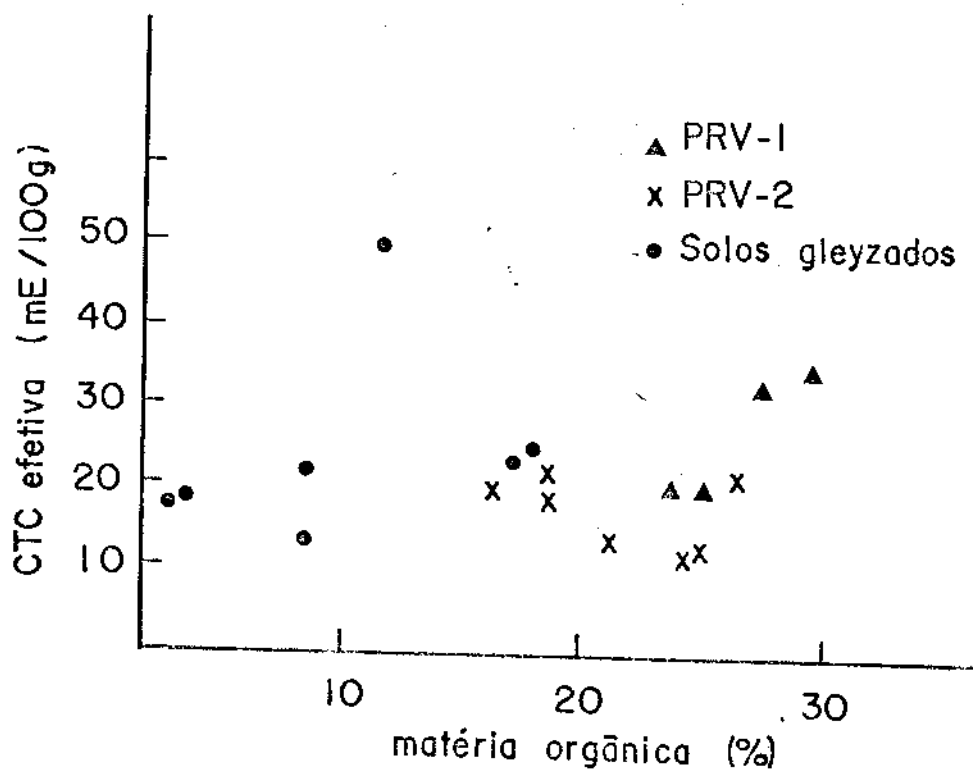
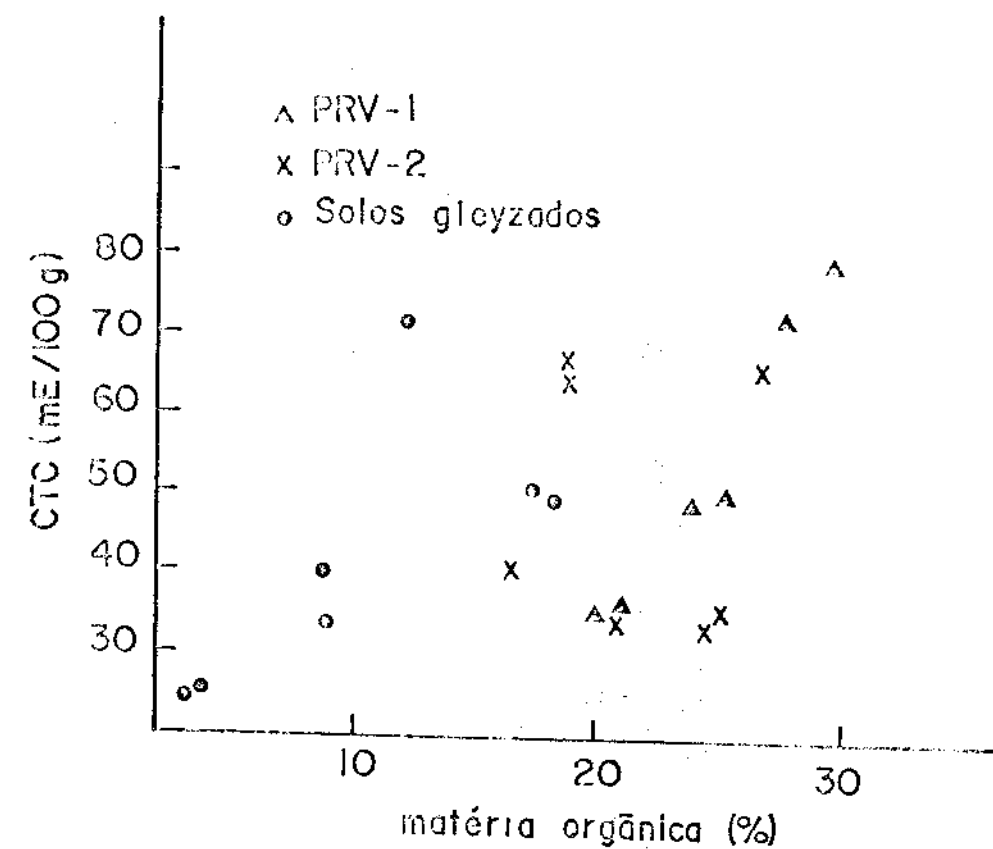


Figura 31 - Relação da matéria orgânica com a CTC e a CTC efetiva ($\text{pH} < 5.0$) dos perfis de solos estudados.

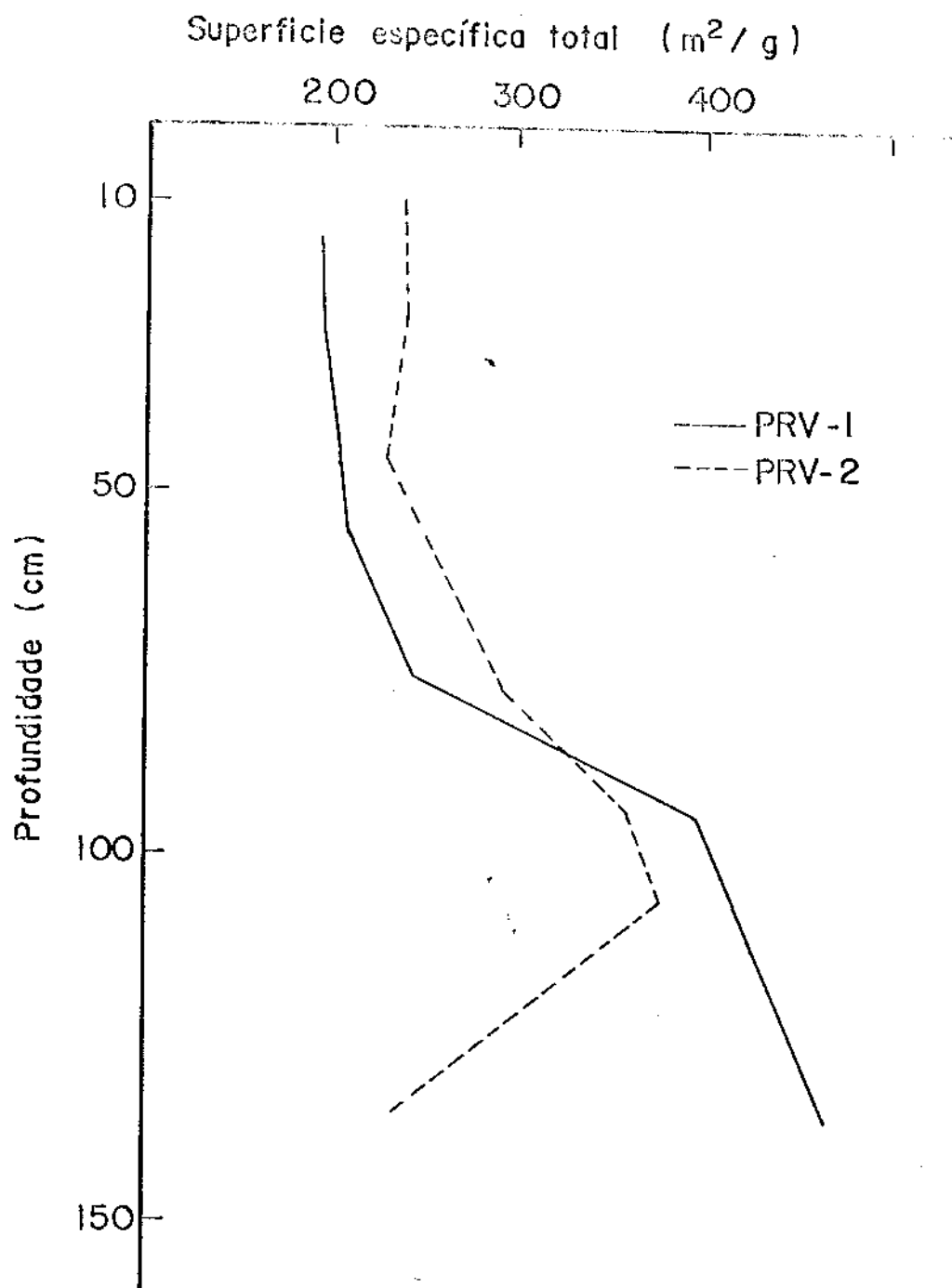


Figura 32 - Distribuição da superfície específica total em relação à variação de profundidade nos perfis IRV-1 e IRV-2.

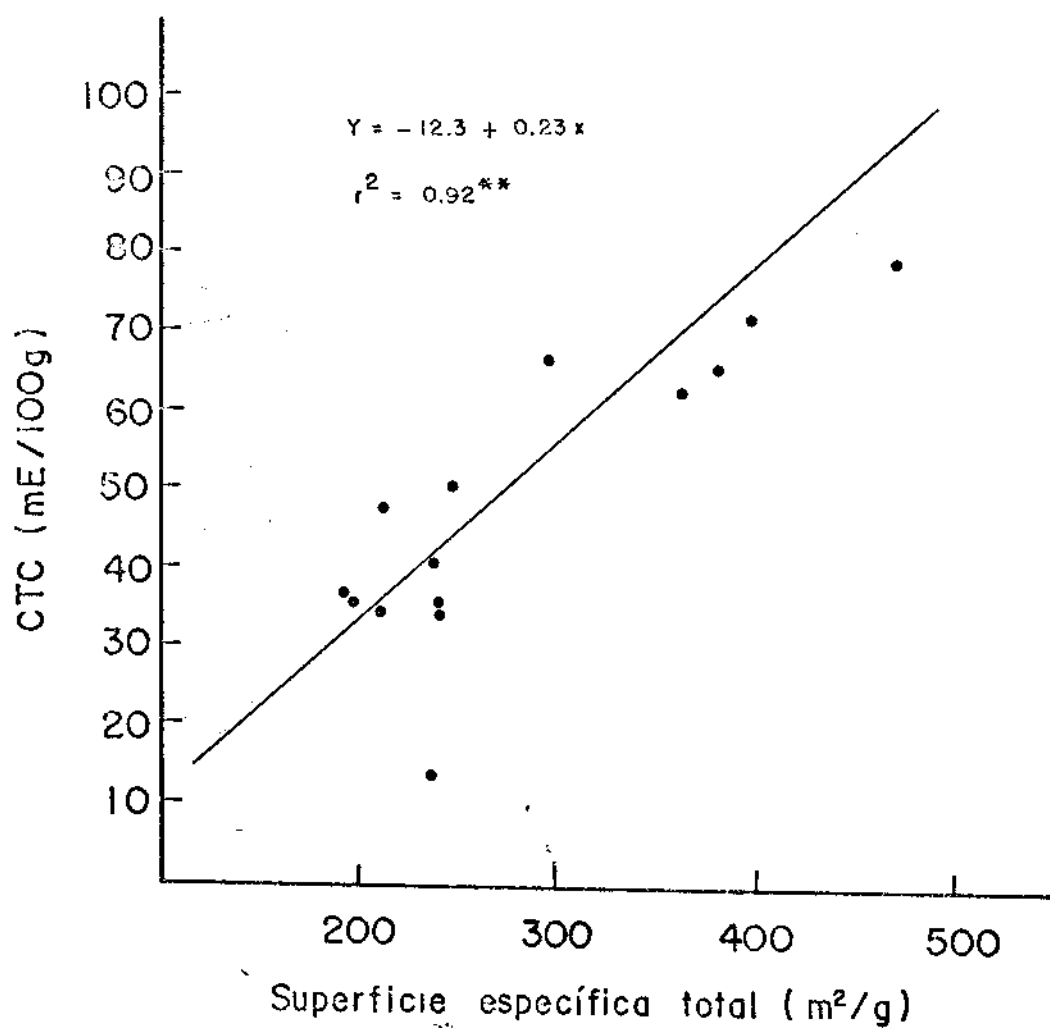


Figura 33 - Relação entre a superfície específica total e a CTC do solo nos perfis PRV-1 e IRV-2.

Eles aumentam sempre em profundidade no PRV-1, enquanto o PRV-2 apresenta dois pontos distintos de decréscimo (Figura 32), pontos estes que coincidem com o decréscimo brusco de umidade e com o aumento da decomposição da matéria orgânica.

Os dados de superfície específica total (SE) mostram uma correlação linear elevada com a capacidade de troca de cátions (T), com coeficiente de correlação altamente significativo (Figura 33). Esta correlação foi também encontrada por Grohman (1977) e Gama (1986), apesar destes autores terem trabalhado com solos de gênese e formação diferentes à dos perfis PRV-1 e PRV-2.

5. Caracterização e classificação dos solos

Com o objetivo de classificar os solos de acordo com o sistema da Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975), foram realizados testes específicos para a caracterização do material orgânico.

De acordo com metodologia descrita por Lyn et al (1974), o estado de decomposição foi estimado fisicamente pelo conteúdo de fibras resistentes (Figura 35, 36, 39 e 40) e quimicamente pela solubilidade em pirofosfato de sódio (Figura 34 e 35). Taxonomicamente foram eles classificados segundo o conteúdo mineral (Figura 36, 37 e 38).

Os solos até aqui considerados como Orgânicos, perfis PRV-1 e PRV-2, foram identificados como SAPRIC (Figura 34, 35, 36, 39 e 40 e Tabela 10), enquanto taxonomicamente as

seguintes considerações são necessárias: considerados minerais os horizontes H_p e H_2 do perfil PRV-1 e H_3 e H_7 do perfil PRV-2; como mineral ou orgânico os horizontes H_p e H_2 do perfil PRV-2 e H_3 e H_4 do PRV-1, e como material clástico os horizontes H_5 , H_6 e H_4 , H_5 e H_6 dos perfis PRV-1 e PRV-2, respectivamente, (Figura 36, 37 e 38 e Tabela 10). O conteúdo mineral (Tabela 10) varia de 56,2 a 87,6 e de 61,3 a 83,7%, para os perfis PRV-1 e PRV-2, respectivamente; no perfil PRV-1 há uma diminuição em profundidade, o que não acontece com o PRV-2 que apresenta uma distribuição heterogênea ao longo do mesmo.

Utilizando-se os valores de "resíduo mínimo" (Lyn et al, 1974), que empregando o componente mineral do material original e a densidade do solo, determina o potencial de subsidência dos Solos Orgânicos, verifica-se que, para os horizontes superficiais dos solos aqui estudados, ocorre a seguinte ordenação quanto ao potencial de subsidência: PRV-3 > PRV-2 > PRV-4 > PRV-1, sendo portanto o perfil PRV-3 entre todos o de maior potencial de subsidência. Verifica-se que nos horizontes H_5 e H_6 do perfil PRV-1 são encontrados os menores valores absolutos, 0,19 e 0,15. Considerando que nestes horizontes o material orgânico foi identificado como "hemic", é possível se admitir que para cada centímetro de solo, apenas 19 e 15% tendem a permanecer após o material ter subsidido, respectivamente.

As características referentes à cor, espessura e teor

Tabela 10. Resumo das características de pedomateriais dos perfis de solos estudados.

Solo (perfil)	horiz. ou camada	prof. (cm)	Fibras esfreg. (%)	Cont.Min. 400°C (%)	Ds (g/cm ³)	Dmo (g/cm ³)	Res.min. (cm/cm)	CORp 10YR
PRV-1	H ₁	0-15	1.0	87.6	0.81	0.10	0.49	5/3
	H ₂	-25	1.0	85.5	0.95	0.14	0.59	4.5/3
	H ₃	-56	2.0	79.8	0.76	0.15	0.46	5.5/3
	H ₄	-75	2.0	76.2	0.56	0.13	0.33	5.5/4
	H ₅	-94	20.0	64.4	0.36	0.13	0.19	7/3.5
	H ₆	-135	26.0	56.2	0.29	0.13	0.15	7/3.5
PRV-2	H ₁	0-10	≈1.0	77.6	0.70	0.16	0.42	5.5/3
	H ₂	-25	≈1.0	78.8	0.72	0.15	0.43	5/3
	H ₃	-45	1.0	83.6	0.69	0.11	0.41	5/3
	H ₄	-77	2.0	62.0	0.49	0.19	0.26	6/3.5
	H ₅	-93	6.0	66.2	0.46	0.16	0.26	6/3.5
	H ₆	-105	8.0	65.1	0.38	0.13	0.21	6/3.5
	H ₇	-135	1.0	83.7	0.67	0.11	0.40	5/3

continua

Tabela 10. continuação

Solo (perfil)	horiz. ou camada	prof. (cm)	Fibras esfreg. (%)	Cont.min. 400°C (%)	Ds (g/cm³)	Dno (g/cm³)	Res. min. (cm/cm)	CORp 10YR
PRV-3	Ap	0-20	traços	75.4	0.64	0.08	0.34	5/3
	A ₁₂	-35	traços	72.3	0.70	0.19	0.42	5/3
	C ₁₉	-70	-----	84.1	0.76	0.12	0.46	---
	IIC ₂₉	-100	-----	80.1	-----	-----	-----	---
PRV-4	Ap	0-20	traços	83.0	0.72	0.12	0.43	5/3
	(Bg)	-65	-----	93.0	0.98	0.07	0.61	---
	Cg	-100	-----	93.6	-----	-----	-----	---

Onde: Conteúdo mineral (%) = $(P. \text{ seco } 400^{\circ}\text{C} - P. \text{ seco } 110^{\circ}\text{C})/100$,
 Conteúdo de água (%) = $(P. \text{ seco } 110^{\circ}\text{C} - P. \text{ úmido})/P. \text{ seco} \times 100$,
 $D_{mo} = D_s - (D_s \times \text{Cont. min. } (\%)/100$,
 $\text{Res. min.} = (D_s - 0.07)/1.5$, e
 CORp = cor de solução de pirofosfato de sódio.

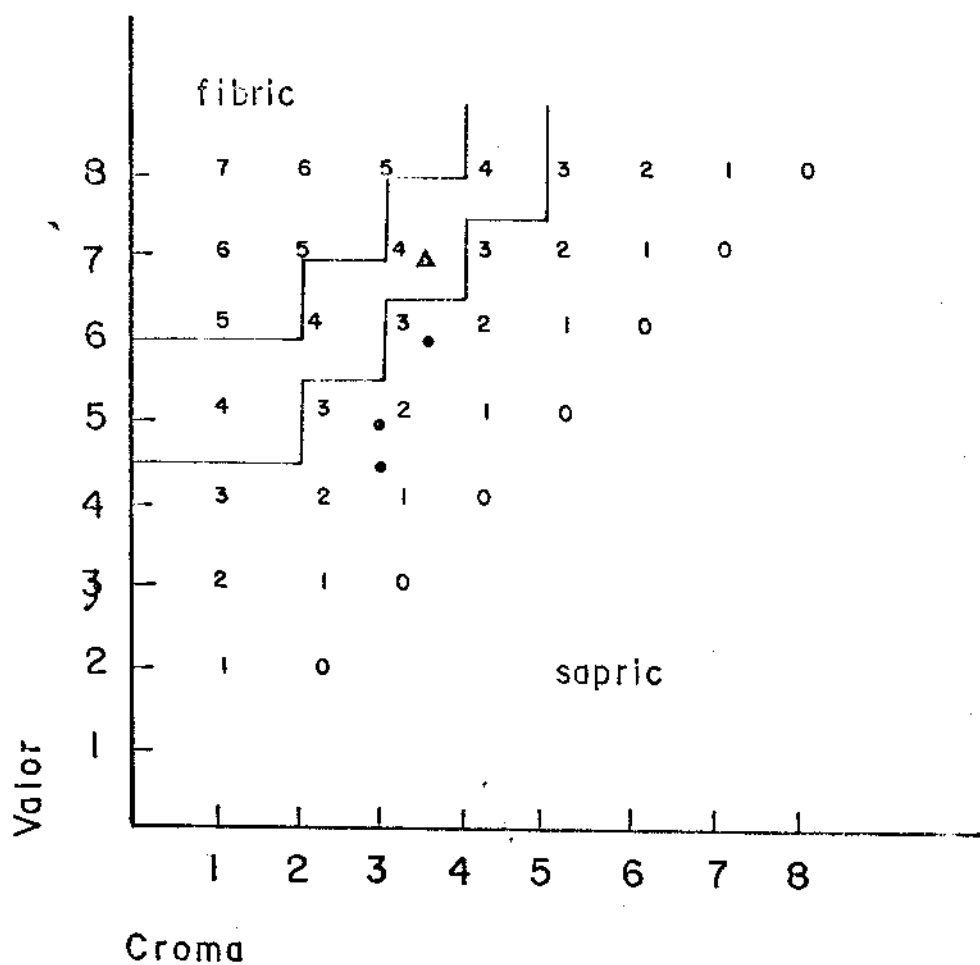


Figura 34 - Cópia da página 10YR da caderneta de Munsell com o índice - pirofosfato (valor menos croma) indicado para cada nota - ção de cor correspondente aos perfis IRV-1 e IRV-2. Áreas correspondentes aos materiais fibric e sapric estão indi- cadas.

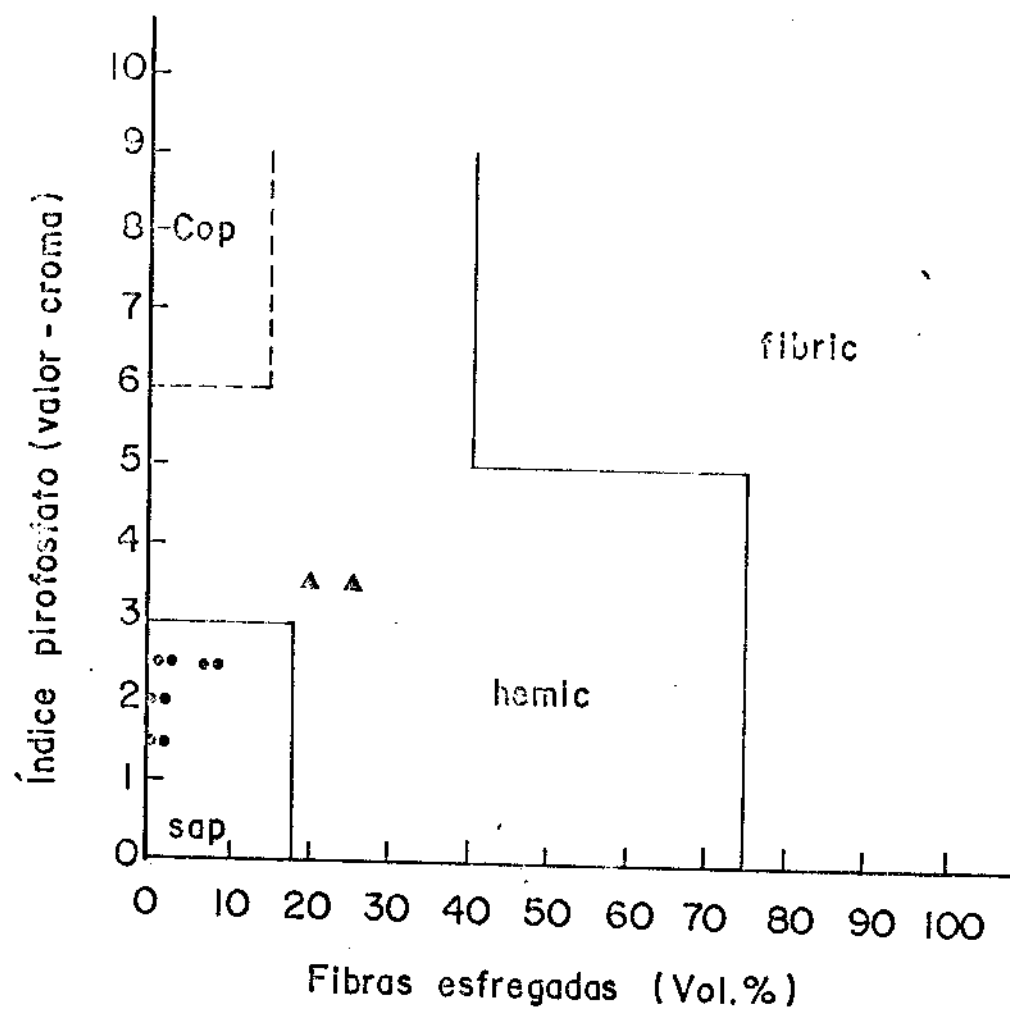


Figura 35 - Relações entre o índice pirofosfato e a percentagem de fibras esfregadas para os perfis IRV-1 e PRV-2. As sólidas delimitam áreas de material fibrilic, hemic e sapric. A área superior esquerda sugere limites possíveis para material limnic (Caprogenico).

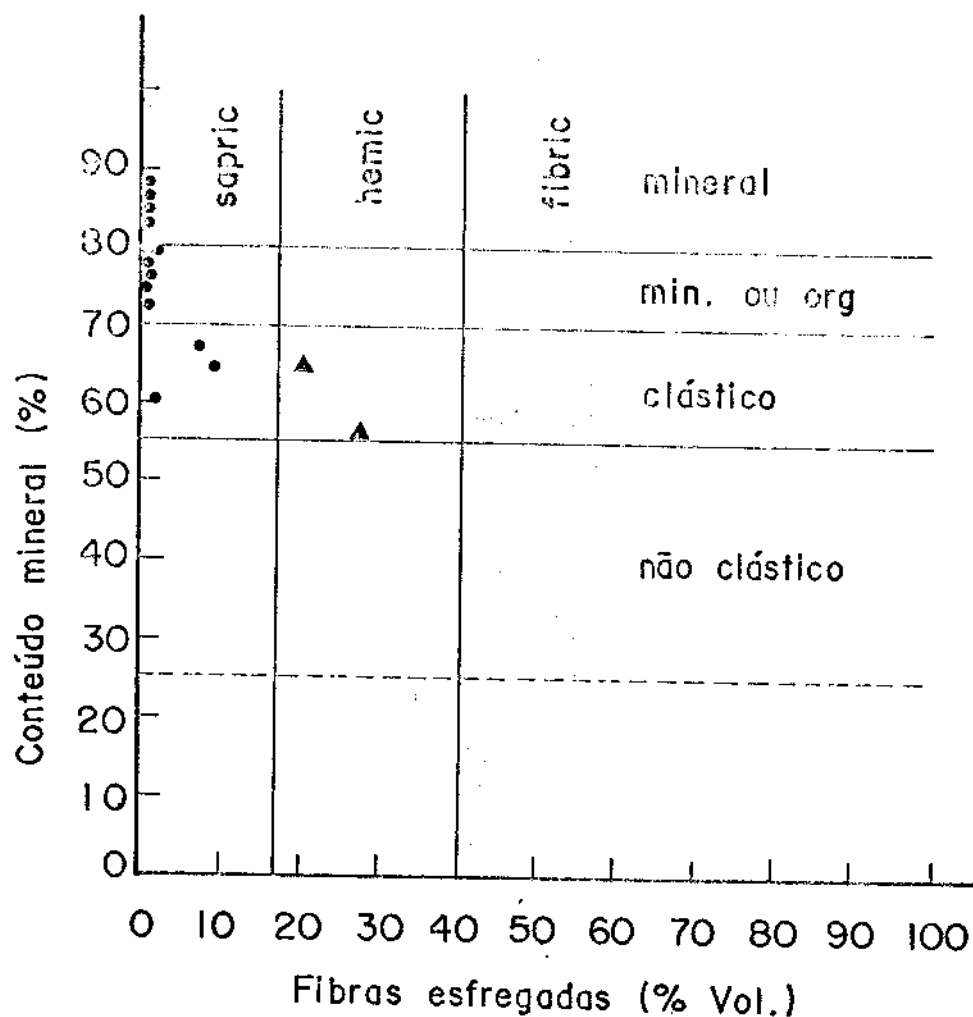


Figura 36 - Conteúdo mineral e estado de decomposição para os perfis PRV-1 e PRV-2. Linhas verticais separam os materiais pelo estado de decomposição de acordo com o critério de fibras esfregadas. Linhas horizontais separam as classes taxonômicas de acordo com o conteúdo mineral. Turfa de musgo comercial deve ter menos que 25% do material como indicado pela linha pontilhada (Lyn et al, 1975).

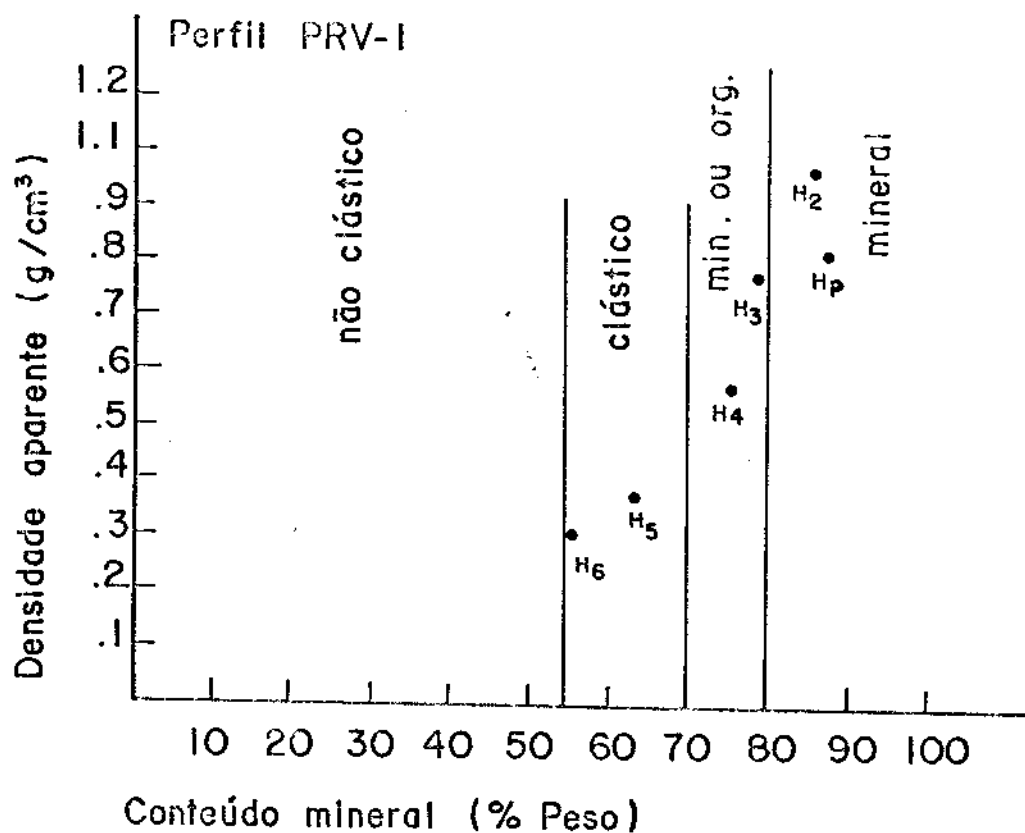
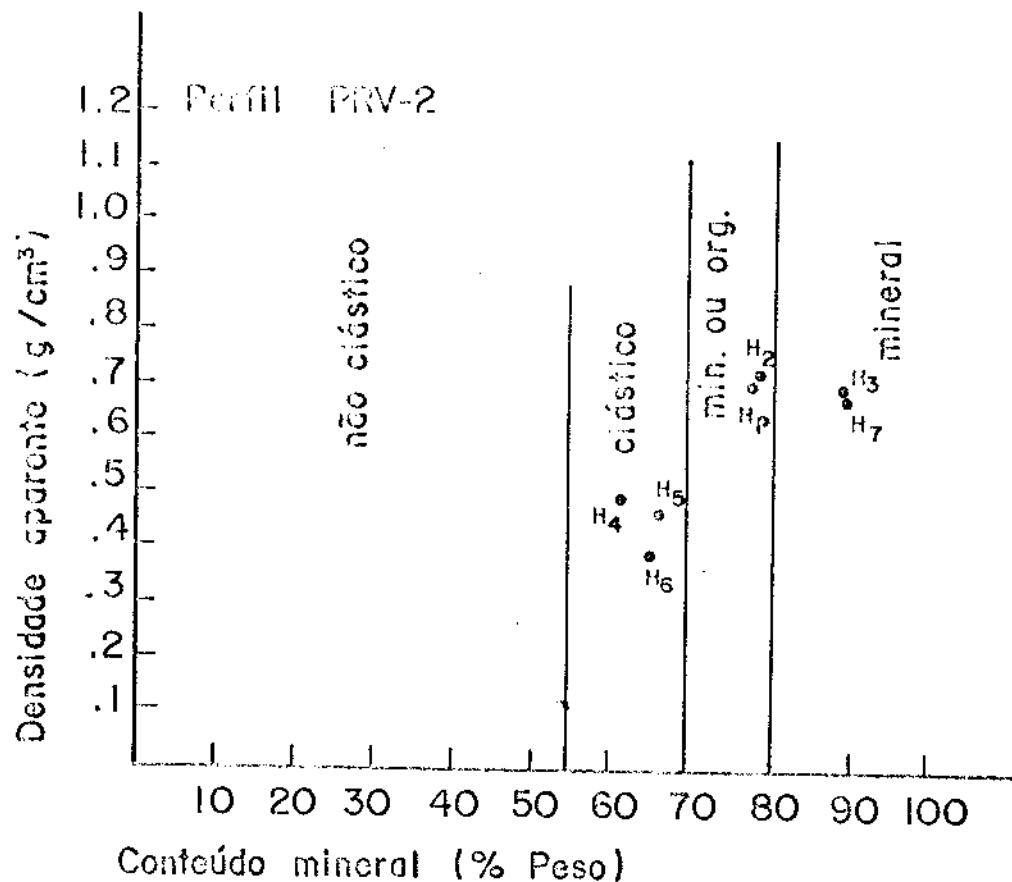
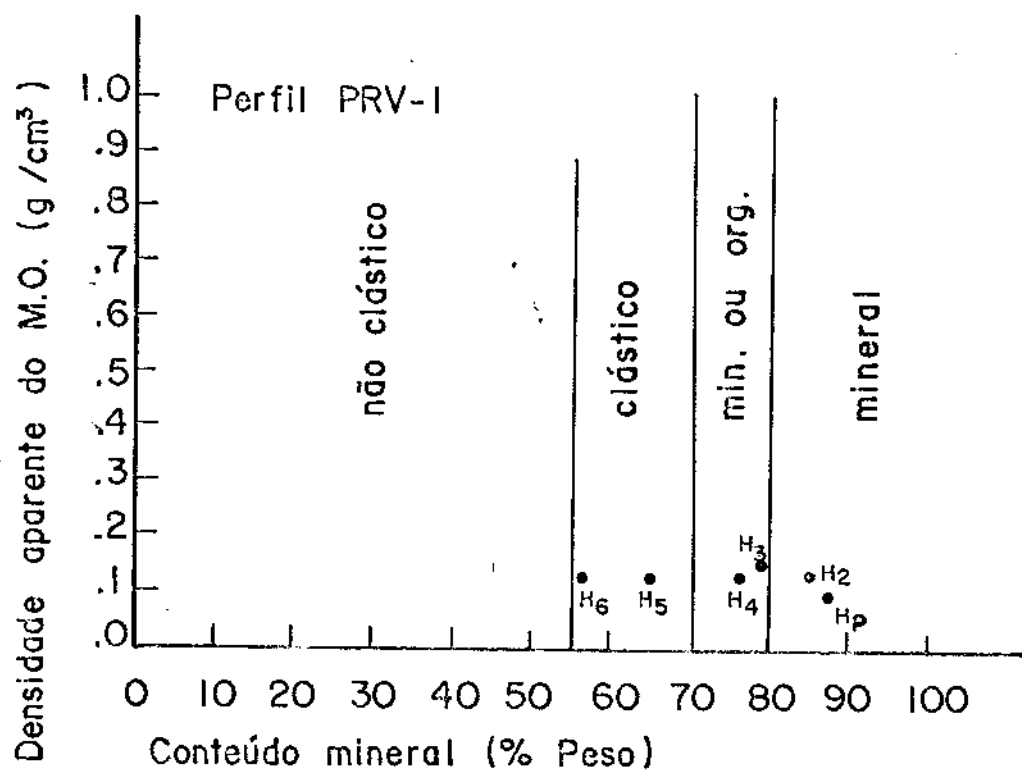
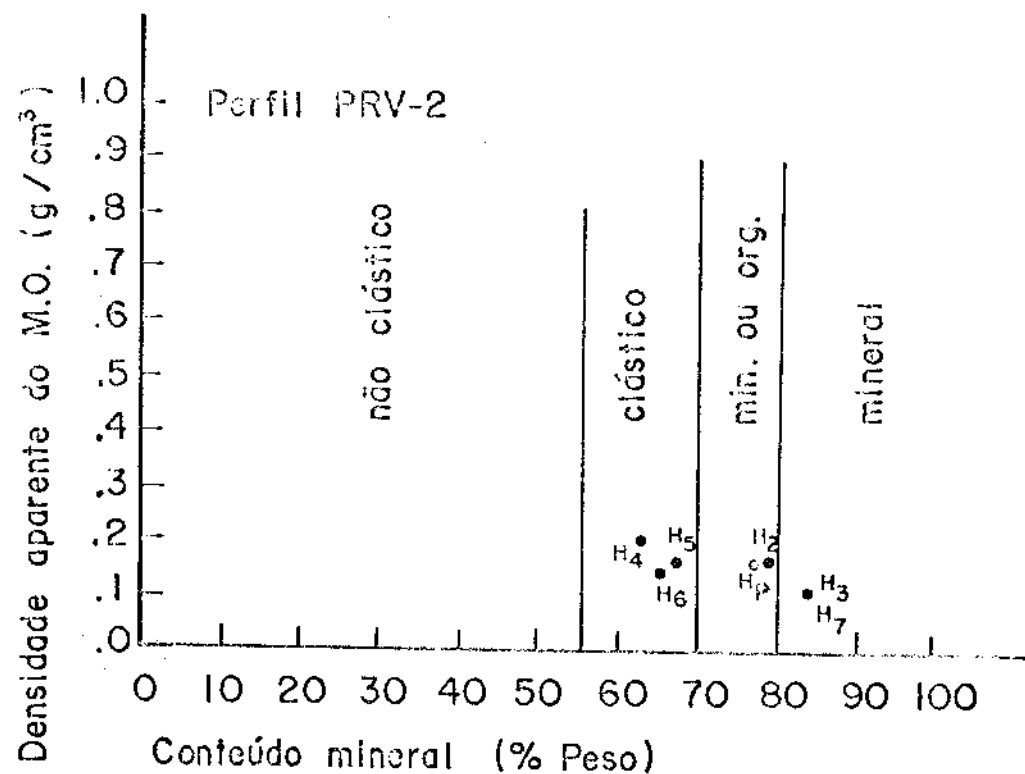


Figura 37 - Densidade aparente do solo como função do conteúdo mineral - dos perfis PRV-1 e PRV-2. As linhas verticais separam as classes taxônomicas de acordo com o conteúdo mineral.



-Figura 38 - Densidade aparente do material orgânico como função do conteúdo mineral dos perfis PRV-1 e PRV-2. As linhas verticais separam as classes taxonômicas de acordo com o conteúdo mineral.

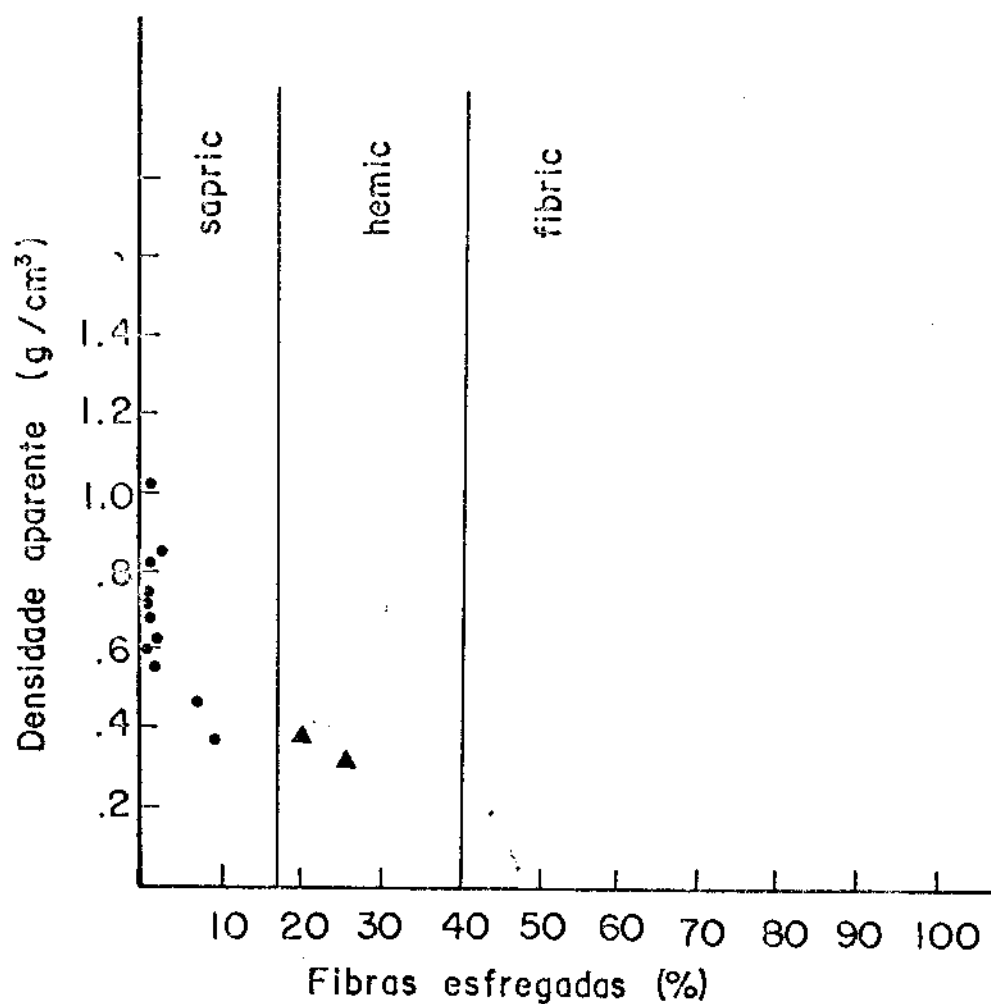


Figura 39 - Densidade aparente e estado de decomposição do solo como função do conteúdo de fibras esfregadas para os perfis PRV-1 e PRV-2. Linhas verticais separam materiais fibric, hemic e sapric de acordo com o critério de fibras esfregadas.

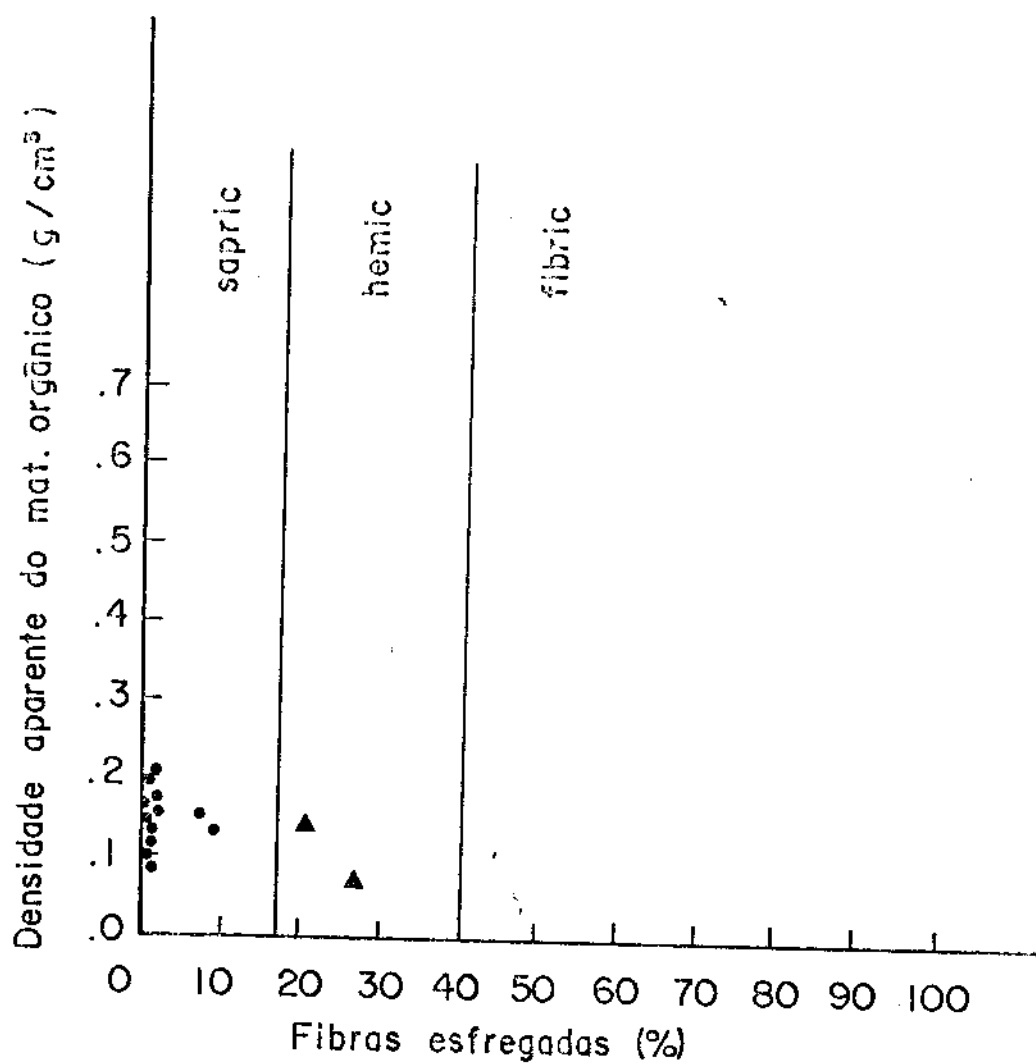


Figura 40 - Densidade aparente e estado de decomposição do material orgânico como função de fibras esfregadas para os perfis PRV-1 e PRV-2. Linhas verticais separam materiais fibric, hemic e sapric de acordo com critério de fibras esfregadas.

de carbono dos horizontes superficiais dos solos estudados são pertinentes a presença de horizonte diagnóstico superficial, epipedon histico para os perfis PRV-1 e PRV-2 e epipedon úmbrico para os perfis PRV-3 e PRV-4.

Os perfis PRV-3 e PRV-4 foram classificados como solos minerais hidromórficos com horizonte diagnóstico glei dentro da seção controle de 50 cm e, subjacente a horizonte A, identificados como Glei Húmico Ta (EMBRAPA, 1982). Foram enquadrados na Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975), a nível de grande grupo como Fluvaquent.

Os perfis PRV-1 e PRV-2 foram classificados como Orgânicos por satisfazer os requisitos referentes ao teor de carbono e espessura. Na Soil Taxonomy foram enquadrados na subordem Saprist, por ser predominantemente "sapric" em subsuperfície e como Troposaprist a nível de grande grupo. A nível de subgrupo, os dois perfis se diferenciam, uma vez que o perfil PRV-1 pertence ao subgrupo Hemic Troposaprist e o perfil PRV-2 ao subgrupo Fluvaquent Troposaprist.

CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, os dados e observações obtidos permitem concluir que:

1. A natureza da matéria orgânica dos solos estudados é caracterizada principalmente por:
 - a - presença não significativa de matéria orgânica leve,
 - b - baixa proporção de ácidos fúlvicos livres em todas as partes dos perfis, particularmente abaixo das camadas superficiais.
 - c - quantidades relativamente alta de ácidos húmicos predominantemente nas camadas superficiais dos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4 e nas camadas subsuperficiais do PRV-2.
 - d - proporção elevada de substâncias húmicas alcalino-solúveis.
 - e - teor de humina de um modo geral relativamente baixo e em alguns casos fraco, à exceção das camadas superficiais do perfil PRV-2, com proporções bastante significativas.

2. A percentagem de fibras nos perfis PRV-1 e PRV-2 varia com enorme amplitude, refletindo certa heterogeneidade nas condições de gênese desses solos, fato este provavelmente relacionado com a permanente oscilação do lençol freático durante todo o ano.
3. Ocorre uma íntima relação entre o estágio de decomposição do material orgânico e a humificação, que se mostra relacionada com a forma de uso do solo, principalmente nos horizontes superficiais dos perfis de solos estudados.
4. A intensidade de uso contribuiu também para variações significativas na cor, porosidade total e densidade do solo, nos perfis PRV-1 e PRV-2.
5. A variação no teor de umidade em toda faixa de retenção estudada é o reflexo do teor de matéria orgânica influenciando o poder de retenção de umidade em todos os perfis de solos, com os teores de umidade aumentando gradualmente com o aumento dos teores de matéria orgânica do solo.
6. O conteúdo de água aumenta com o aumento da porosidade total, densidade do solo, % de fibras esfregadas e, com o decréscimo do conteúdo mineral, evidenciando dessa forma estar relacionada com o estágio de decomposição do material orgânico dos perfis de solos estudados.
7. Os valores de superfície específica obtidos para os perfis PRV-1 e PRV-2 se mostram correlacionados com o

complexo de troca e a retenção de umidade, refletindo a contribuição da matéria orgânica no complexo coloidal do solo.

8. O complexo de troca apresenta o domínio do íon hidrogênio ao longo dos perfis de solos estudados, à exceção das camadas subsuperficiais dos perfis PRV-3 e PRV-4, aumentando com o aumento do teor de matéria orgânica, principalmente nos perfis PRV-1, PRV-3 e PRV-4 e mostrando-se relacionado com o estágio de decomposição do material orgânico do solo.
9. O potencial de subsidência aumenta ao longo dos perfis PRV-1 e PRV-2 e decresce no caso dos perfis PRV-3 e PRV-4, estando relacionado ao estágio de decomposição do material orgânico do solo. A oscilação do lençol freático durante todo ano, decorrente do sistema de drenagem estabelecido na região, por certo favorecendo a oxidação biológica, parecem ser os principais fatores responsáveis pelos expressivos índices de potencial de subsidência encontrados, aliado provavelmente ao sistema agrícola utilizado na região.
10. Os Solos Orgânicos foram classificados de acordo com a Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975) como "Hemic Troposaprist", perfil PRV-1 e como "Fluvaquent Troposaprist" perfil PRV-2. Os solos gleizados, perfis PRV-3 e PRV-4, classificados como Fluvaquent.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2 ed. New York, John Willey & Sons, 1967.
- ALLISON, R. V. The influence of drainage and cultivation on subsidence of organic soils under conditions of Everglades reclamation. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 16:21-31, 1956.
- ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier, 1973. 637p.
- ALONSO, M.T.A. Vegetação. In: FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ Geografia do Brasil; Região Sudeste. Rio de Janeiro, 1977. v.5, p. 91-118.
- ANDREAU & BECERRA, S.P. Fraccionamento y caracterización del material húmico en algunos suelos de sabana de la Orinoquia colombiana. *Iurrialha*, 26 191-98, 1975.
- BAILLEY, H.H. Peat formation in the tropics and subtropics. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 15: 283-4, 1950.

- BARRON, P.F.; WILSON, M.A.; STEPHENS, J.F.; CORNELL, W.A.
 & TATE, K.R. ¹³ Cross-polarization CNMR spectroscopy of
 whole soils *Nature*, 286:585-7, 1980.
- BARTON, D.H.R. & SCHINITZER, M. A new experiment approach
 to the humic acid problem. *Nature*, 198.:217-8, 1963.
- BINGEMAN, C.W.; VARNER, J.E. & MARTIN, W.P. The effect of
 the addition of organic materials on the decomposition of
 an organic soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 17:34-8, 1953.
- BOELTER, D.H. Hydraulic conductivity of peats. *Soil Sci.*,
 100:227-31, 1965.
- BOELTER, D.H. Physical properties of peats as related to
 degree of decomposition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*,
 33:606-8, 1969.
- BOELTER, D.H. The hidrologic characteristics of undrained
 organic soils in Lake States. In: AANDAH, A.R. ed.
Histosols; their characteristics, classification and use.
 Madison, 1974. p. 33-45
- BONDY, A. & MEYER, H. Lignin in young plants. *Biochem. J.*,
 43:248-52, 1948.
- BRADY, N.C. *Nature and properties of soils.* 8 ed. New York,
 Macmillan, 1974. 639p.

BRASIL. Departamento Nacional de meteorologia. Normais climatológicas. Rio de Janeiro, 1940-1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola. Contribuição ao mapeamento, em séries dos solos do município de Itaguaí. Rio de Janeiro, 1954. 43p. (Boletim, 12).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal; contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1958. 348p. (Brasil. Ministério da Agricultura. CNEPA. SNPA. Boletim, 11).

BROADBENT, F.E. BRADFORD, G.H. Cation-exchange groupings in the soil organic fraction. *Soil Sci.*, 24:447-52, 1952.

BROADBENT, F.E. The soil organic fraction. *Adv. Agron.*, 5:153-83, 1953.

BROADBENT, F.E. Factors influencing the decomposition of organic soils of the California Delta. *Hilgardia*, 29:587-612, 1960.

BROADBENT, F.E.; JACKMAN, R.H. & MONTICOLL, J. Mineralization of carbon and nitrogen in some New Zealand allophanic soils. *Soil Sci.*, 28:118-28, 1964.

- CHEN, Y.; SENESI, N. & SCHNITZER, M. Information provided on humic substance by E4/E6 ratios. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41:353-8, 1977.
- CHENG, B.T. Soil organic matter as a plant nutrient. In: PROCEEDINGS OF A SYMPOSIUM ON SOIL ORGANIC MATTER STUDIES, Vienna. Goals... Vienna, IAEA/FAO, 1976. p. 31-8.
- CIHACEK, L.J. & BRENNER, J.M. A simplified ethylene glycol monoethyl ether procedure for assessment for soil surface area. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43:821-22, 1979.
- CLAYTON, B.S. Shrinkage and subsidence due to drainage and cultivation. *Proc. Soil Crop. Sci. Soc. Fla.*, 5:118-20, 1943.
- CLAYTON, B.S. & NELLER, J.R. Nature and extent of surface subsidence of the organic soils of Florida. Parts I and II. *Proc. Soil Crop. Sci. Soc. Fla.*, vol. 5, 1943.
- COUTO, E.G. Caracterização, gênese e uso dos solos utilizados pelos agricultores do Alto Arrojado, Bahia. Viçosa, UFV, 1984. 119p. Tese Mestrado.
- DABIN, B. Étude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. *Sci. Sol*, 1:47-63, 1971.

DABIN, B. Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 18 (3/4):197-215, 1981.

DABIN, B. Méthode d'extraction et de fractionnement des matières organiques du sol. Application a quelques études pédologiques et agronomiques dans les sols tropicaux. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 4:287-97, 1976.

DABIN, B. Relação entre a evolução dos compartimentos húmicos sob cultura e os fatores físicos e químicos da fertilidade em diferentes solos tropicais. In: *COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO*, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba, CENA/PROMOCET, 1982. p. 87-96.

DAWSON, J.E. Organic soils. *Adv. Agron.*, 8: 378-401, 1956.

DEMATTE, J.L.I. *Gênese e classificação de solos*. Piracicaba, ESALQ, Universidade de São Paulo, Apostila do curso de Gênese e classificação de solos. Teoria. 2a. parte.

DOMINGUES, A.J.P.; BRANDÃO, A.M.P.M.; GUERRA, A.J.T.;
DOMINGUES, C.C.M.; KUHLMANN, E.; SANTANA, E.M.; LIMA, R.L.; SILVA, L.M.; WHATELY, M.H. Estudo do relevo, hidrografia, clima e vegetação das regiões; Programa do Estado do Rio de Janeiro. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, 34(248): 5-73, 1976.

DUCHAFOUR, P. & JACQUIN, F. Recherche d'une méthode d'extraction et de fractionnement des composés humiques contrôlée par l'électrophorèse. *Ann. Agron.*, 14(6):885-918, 1963.

DUCHAFOUR, P. Dynamics of organic matter in soils of temperate regions; its action on pedogenesis. *Geoderma*, 15:31-40, 1976.

EL HALFAWI, M.H.; VAN CLEEMPOT, O. & VAN DEN HENDE, A. Mineralization and humification of soil organic matter following alternate wet and dry conditions. *Pedologie*, 18(3):322-32, 1968.

ELLIS, N.K. & MORRIS, R. Preliminary observations on the relation of yield of crops grown on organic soil with controlled water table and area of aeration in the soil and substance of the soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 10:282-3, 1945.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 1v.

ESTADOS UNIDOS. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. Irrigated land use classification. In: *Bureau of Reclamation Manual*. 1953. v.5.

ESTADOS UNIDOS. Soil Conservation Service. Soil survey Staff. Soil Taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C., USDA, 1975. 754p. (Agriculture Handbook, 436).

FARNHAM, R.S. & FINNEY, H.R. Classification and properties of organic soils. *Adv. Agron.*, 12:115-62, 1965.

FELBECK, G.T. Structural hypotheses of soil humic acids. *Soil Sci.*, 11(1):42-8, 1971.

FELBECK, G.T. Chemical and biological characterization of humic matter. In: McLAREN, A.D. & SKUJINS, J., eds. *Soil Biochemistry*, New York, Marcel Dekker, 1971. v.3.p.35-59.

FASSBENDER, H.W. Experimentos de laboratorio para el estudio del efecto del fuego de la quema de restos vegetales sobre las propiedades del suelo. *Iurrialba*, 25(3):2249-54, 1975.

FINNEY, H.R.; GROSS, E.R. & FARNHAM, R.S. Limnic materials in peatlands of Minnesota. In: AANDAH, A.R. ed. *Histosols: their characteristics, classification and use*. Madison, 1974.p.21-30.

FLAIG, W.; BELTELSPACHER, H. & RIETZ, Chemical composition and physical properties of humic substances. In: GLESEKING J.E. ed. *Soil Components*. New York, Springer-Verlag, 1973. v.1. p.1-211.

- FONTES, L.E.F. & OLIVEIRA, L.B. Curvas de retenção de umidade de solos do norte de Minas Gerais: área de atuação da SUDENE. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1982. 19p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa, 4).
- FREIRE, J.C. & SCARDUA, R. Curvas características de retenção de água de um Latossolo Roxo Distrófico do município de Lavras, Minas Gerais. *Sci. Bras. Ci. Solo*, 2:95-8, 1978.
- GAMA, J.R.N.F. Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do Estado do Acre. Rio de Janeiro, RJ UFRRJ, 1986. 150p. Tese Mestrado.
- GOES, H.A. A baixada de Segelha. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Obras de Saneamento. 1942. 374p. Relatório.
- GOH, K.M. & STEVENSON, F.G. Comparison of infrared spectra of synthetic and natural humic and fulvic acids. *Soil Sci.*, 112(6):392-400, 1971.
- GREENLAND, D.J. & OADES, J.M. Sacharides. In: GIESEKING, J.E. ed. *Soil Components: organic components*, New York, Springer-Verlag, 1975. v.1. p.214-59.
- GROHMANN, F. & MEDINA, H.P. Caracterização de umidade dos principais solos do Estado de São Paulo. *Brasília*, 21:285-95, 1962.

GROHMANN, F. Correlação entre superfície e outras propriedades de solos do Estado de São Paulo. *R. Bras. Ci. Solo*, 1:9-12, 1977.

HURST, H.M. & BURGESS, N.A. Lignin and humic acids. In: McLAREN, A.D. & PETERSON, G.H. ed. *Soil Biochemistry*. New York, Marcel Dekker, 1967. p.260-86.

HOGHAUDT, S.B. Irreversible dessicated peat, clayey peat and peat clay soils: the determination of the degree of reversibility. *Trans. Intern. Soc. Soil Sci.* 2:31-4, 1950.

IGNATIEFF, V. & LEMOS, R. Some management aspects of more important soils. *Soil Sci*, 25:243-49, 1963.

JONGEDYK, H.A.; HICKOK, R.B.; MAYER, I.D. & ELLIS, N.K. *Subsidence of mucks soils in Northern Indiana*. Purdue University, 1950. 11p. (Purdue Univ. Agr. Exp. Sta., Circ 366).

JONGEDYK, H.A. & HICKOK, R.B. Changes in drainage properties of a muck soil as a result of drainage practices. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 12:373-78, 1954.

KAILA, A. Determination of the degree of humification in peat samples. *J. Sci. Agron. Soc.*, Finland, 28:18-35, 1956.

KOFOED, A.D. Humus in long term experiments in Denmark.

In: BOELS, D., DAVIES, D.B. & JOHNSTON, A.E. *Soil Degradation*, proceedings to the Land use Seminar on Soil Degradation, Wageningen, 1980. Rotherdam, A.A. Balkema, 1982. p.241-58.

KONONOVA, M.M. *Soil organic matter*. 2 ed. New York, Pergaon Press, 1966. 555p.

KONONOVA, M.M. Humus of virgin and cultivated soils. In: GIESEKING, J.E. ed. *Soil Components*. New York, Springer-Velag, 1975. v.1. p.475-526.

KUMADA, K. & AIZAWA, K. *The infrared spectra of humic acids*. Tokyo, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, 1958. p.152-59.

KUMADA, K.; SATO, O.; OHSUMI, Y. & OHTA, S. Humus composition of mountain soils in Central Japan with special reference to the distribution of P type humic acid. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 13:151-58, 1967.

KUMADA, K. & KAWAMURA, Y. On the fraction of humic acids by a fractional precipitation technique. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 14(5):198-200, 1968.

- LEE, G.B. & MANOCH, B. Macromorphology and micromorphology of a Wisconsin Saprist. In: AANDAHL, A.R. ed. Histosols; their characteristics, classification and use. Madison, 1974. p.47-61.
- LEMONS, R.C. de & SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2ed. SBCE/SNLCS. Campinas, 1982. 36p.
- LOPES, A.S. Solos sob cerrado; características, propriedades e manejo. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1983. 162p.
- LOWE, L.E. Humus fraction ratios as a means of discriminating between horizon types. Can. J. Soil Sci., 60(2):219-229, 1980.
- LUCAS, R.E. Organic Soils (Histosols); formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production. Michigan State University. Agriculture Experiment Station, 1982. 77p. (Michigan Agricultural Experiment Station. Research Report, 435).
- LYN, W.C.; MCKINZE, W.E. & GROSSMAN, R.B. Field laboratory tests for characterization of histosols. In: AANDAHL, A.R. ed. Histosols; their characteristics, classification and use. Madison, 1974. p.11-20.

- MACLEAN, A.H. & YAGER, T.U. Available water capacities Zambian soils in relation to pressure plate membrane and particle size analysis. *Soil Sci.*, 113:23-29, 1972.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; adubos e adubação. 2a. ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1967. 606p.
- MATHUR, S.P.; MACDOUGALL, J.I. & MACGRATH, M. Levels activities of some carbohydrases, protease, lipase and phosphatase in organic soils of differing copper content. *Soil Sci.*, 122(6):376-85, 1980.
- MIRZA, C. & IRWIN, R.W. Determination of subsidence of an organic soil in Southern Ontario. *Can. J. Soil Sci.*, 44:248-53, 1964.
- NELLER, J.R. Nature and extent of the surface subsidence of the organic soils of the Everglades. Part II. Natural oxidation and crop requirements as factor soil losses. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 5: 120-23, 1943.
- NELLER, J.R. Oxidation loss of lowmoor peat in fields with different water tables. *Soil Sci.*, 58:195-204, 1944.
- NICKOLSON, H.H. Groundwater control in reclaimed marshland. *World Crops*, 3:251-54, 1951.
- NYGARD, I.J. Identification of lime-deficient peat soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 18:188-92, 1954.

- RAM, N. & RAMAN, K.V. Characterization of metal-humic on fulvic acid complexes. *Pedologia*, 33(2):137-45, 1963.
- RELATÓRIO FINAL E ANEXOS. Folha Santa Cruz, complementação do mapeamento geológico do Estado do Rio de Janeiro. Niterói, DRM/UFRRJ, 1977. (mimeografado).
- REX, R.W. Electron paramagnetic resonance studies of stable free radicals in lignins and humic acids. *Nature*, 188 (4757):1185-6, 1960.
- RITCHIE, G.S.P.; POSNER, A.M. & RITCHIE, I.M. The polarographic study of the equilibrium between humic acid and aluminum in solution, *J. Soil Sci.*, 33:671-77, 1982.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Minas e Energia. Departamento de Recursos Minerais. Mapeamento geológico do Estado do Rio de Janeiro. Niterói, DRM/UFRRJ, 1984.
- RIZZINI, F.L. & MAIA, A. Áreas climático-vegetacionais do Brasil segundo os métodos de Thornthwaite e de Mohr. *B. bras. geogr.*, Rio de Janeiro, 26(4):223-47, 1964.
- RUELLAN, F. A evolução geomorfológica da baía de Guanabara e das regiões vizinhas. *B. bras. Geogra.*, Rio de Janeiro, 6(4):445-508, 1974.

OGNER, G. A comparison of four different raw humus types¹³
in Norway using chemical degradations and CPMAS CNMR
spectroscopy. *Geoderma*, 25:343-53, 1985.

ORLOV, D.S. & GRINDEL, N.M. Additional data on the
spectrophotometric method for determining humus content
in soil. *Soil Sci.*, 6:1055-58, 1967.

PALMIERI, F. & SANTOS, H.G. dos Levantamento semi-detalhado
e aptidão agrícola dos solos do município do Rio de
Janeiro. EMBRAPA-SNICS, 1980. 389p. (EMBRAPA-SNICS.
Boletim técnico, 66).

PARRA, M.S. Dinâmica de matéria orgânica e de nutrientes
num Latossolo Roxo Distrófico submetido aos sistemas de
plantio convencional e direto e a diferentes sucessões de
culturas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1986.
94p. Tese Mestrado.

PIONKE, H.B. & COREY, R.B. Relations between acido
aluminium and soil pH, clay and organic matter. *Soil Sci.
Soc. Am. Proc.*, 31:749-52, 1967.

PONCHIO, C.O. Fertilizantes minerais, fertilizantes
orgânicos e suas misturas. In: SIMPOSIO SOBRE
FERTILIZANTES ORGÂNICOS. Anais... São Paulo,
IPT/FINEP/ESALQ, 1984. p.19-32.

- SANTOS, G.A. Contribution a l'étude des interactions matière organique et phosphore dans un sol ferrallitique. Lorraine. Institut National Polytechnique de Lorraine. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires. (Service Science du Sol), 1984. 147p. Tese Doutorado.
- SASTRIQUES, F.O. La matéria orgânica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba. Havana, Academia de Ciências de Cuba. Instituto de Suelos, 1982. 126p.
- SCHNITZER, M. HOFFMAN, I. A thermogravimetric approach to the classification of organic soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30(1):63-6, 1966.
- SCHNITZER, M. Characterization of humic constituents by spectroscopy. In: McLAREN, D.A. & SKUJINS, J. eds. Soil Biochemistry. New York, Marcel Dekker, 1971. p. 60-95.
- SCHNITZER, M. & KHAN, S.U. Humic substances in the environment. New York, Marcel Dekker, 1972. 327p.
- SCHNITZER, M. Chemical spectroscopic and thermal methods for the classification and characterization of humic substances. In: POVOLED, D. & GOLTERMAN, H.L. eds. Humic substances: their structure and function in the biosphere. Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1975. p. 293-310.

- SCHNITZER, M. Humic substances; chemistry and reactions.
In: SCHNITZER & KHAN, S.U., eds. Soil organic matter.
New York, Elsevier, 1978. p. 1-64. (Developments in Soil
Science, 8).
- SCHOTHORST, C.J. Subsidence of lowmoor peat soils in the
Western Netherlands. *Geoderma*, 12:265-91, 1977.
- SILVA RODRIGUEZ, A. & SCHAEFFER, R. Interacción y materia
orgánica y aluminio en un suelo hidromórfico derivado de
cenizas volcánicas (Ñadi, Sur de Chile).
Iurrialba, 21:149-56, 1971
- SLUSHER, D.F.; COCKERHAM, W.L. & MATHEWS, S.D. Mapping and
interpretation of histosols and hidraquents for urban
development. In: AANDAH, A.K. ed. Histosols; their
characteristics, classification and use. Madison, 1974.
p.11-20.
- SOCHTING, H.G. & SAUERBECK, D.R. Soil organic matter
properties and turnover of plant residues as influenced
by soil type, climate and farming practice. In: BOELS,
D.; DAVIES, D.B. & JOHNSTON, A.E. Soil Degradation;
proceedings of the Land use Seminar on Soil Degradation,
Wageningen, 1980. Rotherdam, A.A. Balkema, 1982. p. 145-
61.

- STEELINK, C. & TOLLIN, G. Free radicals in soil. In: McLAREN, A.D. & PETERSON, G.H. ed. Soil Biochemistry. New York, Marcel Dekker, 1967. p. 260-86.
- STEPHENS, J.C. & JOHNSON, L. Subsidence of organic soils in the Upper Everglades region of Florida. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 11:191-237, 1951.
- STEPHENS, J.C. Drainage of peat and muck lands. In: ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Water. Washington, D.C. 1955. p. 539-57.
- STEPHENS, J.C. Subsidence of organic soils in the Florida Everglades. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20(1):77-80, 1956.
- STEVENSON, F.J. Humus chemistry. John Wiley & Sons, New York, 1982. 443p.
- STOTZKY, G. & MORTENSEN, J.L. Effect of addition level and maturity of rye tissue on the decomposition of a muck soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 22(6):521-4, 1958.
- THOMAS, F.H. Subsidence of peat and muck soils in Florida and other parts of the United States; a review. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 25:153-60, 1965.
- TOLEDO, A.P.P., NEPTUNE, A.M.L. & PINHEIRO, I.S. Characterization of humic and fulvic acids extracted from a red yellow podzolic soil and from a peat in Brazil. *Inorg. Ecol.*, 25:248-54, 1984.

- TURNER, R.C. & SCHINITZER, M. Thermogravimetry of the organic matter of a podzol. *Soil Sci.*, 23(4):225-32, 1962.
- VOLK, B.G. Everglades histosol subsidence; 1. CO evolution as affected by soil type, temperature and moisture. *Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc.*, 32:132-35, 1973.
- VOLKOF, B. & ANDRADE, M.J. Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia: aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 15., Campinas, SP, 1975. *Anais...* Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p. 116-26.
- VOLKOF, B.; FLEXOR, J.M.; SANTA ISABEL, L. & SANTA ISABEL, M. Natureza do húmus nos Latossolos Distróficos da Bahia. *R. bras. Ci. Solo*, 2:59-63, 1978.
- VOLKOF, B. & CERRI, C.C. Húmus em solos da floresta amazônica na região do rio Madeira. *R. bras. Ci. Solo*, 5:15-21, 1981.
- VOLKOF, B.; CERRI, C.C. & MELFI, A.J. Húmus e mineralogia dos horizontes superficiais de três solos de campo de altitude dos Estados de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. *R. bras. Ci. Solo*, 8:277-83, 1984.
- WAKSMAN, S.A. Húmus. Willian and Wilks Co., Baltimore, 1936. 481p.

WEIR, W.W. Subsidence of peat land in the Sacramento, San Joaquin Delta of California. Trans. Intern. Soc. Soil Sci. Comm., 6, B:304-314, 1937.

WILDE, S.A.; TRACH, J. & PETERSON, S.F. Electro-chemical properties of ground water in major types of Wisconsin organic soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 14:279-81, 1949.

ZELAZNY, L.W. & CARLISLE, V. W. Physical, chemical, elemental and oxygen-containing functional group analyses of selected Florida Histosols. In: AANDAH, A.R. ed. Histosols; their characteristics, classification and use. Madison, 1974, p. 11-20.

APENDICE

PERFIL: PRV - 1

CLASSIFICAÇÃO - SOLO ORGÂNICO . distrófico fase campo
hidrófilo de várzeas relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Reta dos 700m em direção ao Canal de Santo
Inácio, a 150 metros da Vala do Brejo,
lado esquerdo a 50 metros desta, na
propriedade do Sr. Yoshifico Kisawa,
núcleo colonial de Piranema, Itaguaí,
RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -
Perfil de trincheira em terreno
preparado para cultivo, com 0-1% de
declive.

ALTITUDE - 10 metros.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Depósitos organogênicos recobrimdo
sedimentos pelíticos. Quaternário
(Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO - Acumulação orgânica sobrejacente a
sedimentos argilosos e siltosos.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano e suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Campo hidrófilo de várzea

CLIMA - Aw

DESCRITO E COLETADO POR - Mauro da Conceição, Jorge Olmos
I. Larach e Osório M. da Fonseca.

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- H
P 0- 15cm, cinzento muito escuro (N 3/), sáprico;
moderada muito pequena a média granular;
ligeiramente duro, muito friável, plástico e
ligeiramente pegajoso; extrato de pirofosfato de
sódio em papel cromatográfico bruno (10YR 5/3);
transição plana e clara.
- H
2 15- 25cm, cinzento muito escuro (N/3), sáprico;
fraca pequena a média granular e blocos angulares;
duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso;
extrato de pirofosfato de sódio em papel
cromatográfico bruno (10YR 4,5/3) ;
transição ondulada e abrupta (9-22).
- H
3 25- 56cm, preto (N 2,5/); sáprico, denso e
brilhoso; forte média a grande prismática composta
de média a grande blocos angulares e subangulares;
muito duro, firme, fendas entre os prismas grandes
variando de 5 a 15 mm de largura; plástico e
ligeiramente pegajoso; baixo conteúdo de fibras;
extrato de pirofosfato em papel cromatográfico
bruno-claro-acinzentado (10YR 5,5/3); transição
ondulada e clara (20-30).

- H
4 56- 75cm, preto (N 2/), sáprico denso; moderada média a grande prismática composta de média a grande blocos angulares e subangulares; duro, firme, fendas entre os prismas variando de 5 a 10mm de largura; plástico e ligeiramente pegajoso; baixo conteúdo de fibras, extrato de pirofosfato em papel cromatográfico bruno-amarelado-claro- (10YR 5,5/4); transição ondulada e clara (13-31).
- H
5 75- 94cm, preto (10YR 2/1), hêmico; torna-se bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2) quando exposto ao ar; extrato de pirofosfato de sódio em papel cromatográfico bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3,5), cerca de 35% de fibras sem amassar e 20% esfregada; sem estrutura, esponjoso e saturado; presença de pedaços de ramos e troncos semi-decompostos; transição clara e gradual.
- H
6 94-135cm, bruno muito escuro (10YR 2/2), hêmico; torna-se bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2) quando exposto ao ar; extrato de pirofosfato de sódio em papel cromatográfico bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3,5), cerca de 40% de fibra sem amassar e 26% de fibra esfregada; sem estrutura, esponjoso e saturado; presença de pedaços de ramos e troncos semidecompostos; transição plana e abrupta.

RAIZES - Comuns no H₁, poucas no H₂ e raras e finas no H₃ penetrando pelas fendas.

OBSERVAÇÕES - Lençol freático a 70 cm.

Trincheira de 1,40 metros.

Presença de superfície de compressão
(?) no horizonte H .

³
Intensa atividade biológica no horizonte
H .

P

Poros comuns muito pequenos e pequenos e
alguns médios e grandes no H₁, H₃ e
H₄, e poucos muito pequenos e pequenos e
alguns médios no H₂.

PERFIL - PRV-2

CLASSIFICAÇÃO - SOLO ORGÂNICO álico fase campo hidrófilo de várzea relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Reta dos 700, 150 metros após a ponte sobre o rio Piranema em direção ao canal de Santo Inácio, lado direito, a 300 metros deste.

Propriedade do Sr. Yoshifico Kisawa, núcleo colonial de Piranema, Itaguaí, RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Perfil de trincheira em área em pousio com cobertura de capim angola.

ALTITUDE - 10 metros.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Depósitos organogênicos recobrimdo sedimentos pelíticos. Quaternário (Holoceno) .

MATERIAL ORIGINÁRIO - Acumulação orgânica sobrejacente a sedimentos argilosos e arenosos.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano e suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Campo hidrófilo de várzea.

USO ATUAL - Nenhum

CLIMA - Aw

DESCRITO E COLETADO POR - Mauro da Conceição e Pedro Antonio de Lima.

H
P 0- 10cm, cinzento muito escuro (N 3/), sáprico; forte muito pequena a média granular; ligeiramente duro, muito friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; extrato de pirofosfato de sódio em papel cromatográfico bruno-claro acinzentado (10YR 6/3); transição e gradual.

H
2 10- 26cm, cinzento muito escuro (N 3/), sáprico; forte muito pequena a média granular e blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável; ligeiramente duro, muito friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; extrato de pirofosfato de sódio em papel cromatográfico bruno (10YR 5/3); transição plana e abrupta.

H
3 26- 45cm, cinzento-escuro (N 4/), mosqueado pequeno a médio distinto bruno (7,5YR 5/2) e abundantes canículos vermelho-amarelado (5YR5/8), sáprico denso e brilhoso; moderada média a grande prismática composta de média a grande blocos subangulares e angulares; muito duro, firme, fendas verticais entre os prismas grande variando de 5 a 15mm de largura; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; extrato de pirofosfato de

sódio em papel cromatográfico bruno (10YR 5/3);
transição ondulada e gradual.

H
4

45- 77cm, preto (N 2/), sáprico; moderada média a grande prismática composta de blocos subangulares e angulares; duro, firme; fendas verticais entre os prismas grande variando de 5 a 10mm de largura; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; extrato de pirofosfato em papel cromatográfico bruno amarelado claro (10YR 6/3,5); transição plana e abrupta.

H
5

77- 93cm, bruno acinzentado muito escuro (10YR3/1,5), sáprico, presença de fibras e pedaços de ramos semidecompostos; sem estrutura e saturados extrato de pirofosfato de sódio em papel cromatográfico bruno claro-acinzentado (10YR 6/3,5); transição plana e clara.

H
6

93-105cm, preto (N 2/), sáprico, presença de poucas fibras e pedaços de ramos semidecompostos raros; sem estrutura e saturados; extrato de pirofosfato em papel cromatográfico bruno claro acinzentado (10YR 6/3,5); transição plana e abrupta.

H
7

105-135cm, preto (N 2,5/), sáprico, compacto; duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiraamente pegajoso; extrato de pirofosfato em papel cromatográfico bruno (10YR 5/3); transição plana e abrupta.

RAÍZES - Abundantes no H_p e H_2 (1 a 2mm de diâmetro) e
comuns nos horizontes H_3 e H_4 .

OBSERVAÇÕES - Lençol freático a 1,30 metros.

Trincheira de 1,40 metros.

Presença de superfície de compressão (?) no
horizonte H_3 .

Intensa atividade biológica nos horizontes
 H_p e H_2 .

Muitos poros muito pequenos a pequenos,
comuns médios e alguns grandes no horizonte
 H_p ; poros comuns muito pequeno e pequeno e
alguns médios e grandes no H_2 , e comuns
muito pequenos e pequenos e alguns médios no
 H_3 e H_4 .

PERFIL EXTRA: PKV-3

CLASSIFICAÇÃO - GLEI HÚMICO argila de atividade alta álico
textura argilosa fase campo higrófilo
de várzea relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Estrada do Aterrado de Itaguaí, a 6 km do
entrocamento com a Avenida Aeroporto,
Santa Cruz, entrando à esquerda 2000m
em estrada secundária, paralela ao
canal de São Fernando, a 60 m de
afastamento da margem direita desta.
Rio de Janeiro, RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURASOBRE O PERFIL - Perfil situado
em centro de várzea, sob cultura de
quiabo, com 0 a 1% de declive.

ALTITUDE - 12 metros.

LITOLOGIA - Quaternário

MATERIAL ORIGINÁRIO - Resultante da decomposição de
sedimentos do Holoceno.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano/suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Campo higrófilo de várzea

USO ATUAL - Cultura de quiabo

CLIMA - Aw

DESCRITO E COLETADO POR - Mauro da Conceição

OBSERVAÇÕES - Lençol freático a 70 cm.

Presença de detritos vegetais em
decomposição nos horizontes C g₁ e
IIC g.

²
As amostras de solo são relativas ao
perfil GB-42, inserido no Boletim
Técnico nº. 66, da EMBRAPA-SNLCS,
editado em 1980.

PERFIL EXTRA: PRV-4

CLASSIFICAÇÃO - GLEI HÚMICO argila de atividade alta álico
textura muito argilosa fase campo higrófilo
de várzea relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Reta do Rio Grande, 200 metros após o
entroncamento com a estrada do
Aterrado de Itaguaí, lado direito, a
50 metros desta, Rio de Janeiro, RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA SOBRE O PERFIL - Perfil
situado em centro de várzea,
preparada para cultivo, com 0-1% de
declive.

ALTITUDE - 15 metros

LITOLOGIA - Quaternário

MATERIAL ORIGINÁRIO - Resultante da decomposição de
sedimentos do Holoceno.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano/suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Campo higrófilo de várzea

USO ATUAL - Cultura de quiabo

CLIMA - Aw

DESCRITO E COLETADO POR - Mauro da Conceição

OBSERVAÇÕES - Lençol freático a 0,75 metros.

Amostras coletadas com trado holandês.

As amostras de solo são relativas ao perfil GB-41, inserido no Boletim Técnico nº. 66, da EMBRAPA-SNLCS, editado em 1980.