

VARIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS E  
MINERALÓGICAS EM DUAS ÁREAS DE OXISSOLO

Tese apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Uni-  
versidade de São Paulo, para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia.

Orientador

Prof. Guido Ranzani

João Bertoldo de Oliveira

Engenheiro Agrônomo

Instituto Agronômico do Estado em Campinas

Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

Piracicaba - São Paulo

1972

A Marilda  
Marcelo  
Rodrigo e  
Patrícia

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Guido Ranzani, orientador desta tese, pelas críticas, sugestões e revisão do texto;

aos Srs. Diretor da Divisão de Solos e Chefe da Seção de Pedologia do Instituto Agrônômico do Estado, pela oportunidade e facilidade concedidas para a execução deste trabalho;

ao Conselho Nacional de Pesquisas, pela concessão de bolsa de Pesquisador Assistente;

aos eng<sup>os</sup>. agr<sup>os</sup>. Otávio Camargo e Dr. Bernardo van Raij pelas sugestões e conselhos dados na elaboração e redação do texto;

aos eng<sup>os</sup>. agr<sup>os</sup>. Toshio Igue e João R. F. Menck pelos ensinamentos e colaboração nas análises estatísticas;

ao geólogo Adilson Carvalho pela colaboração na coleta de material e na análise mineralógica;

aos Srs. Raphael Pompêo de Camargo e Helio Neme, pelos desenhos executados;

as Srtas. Maria Inês Corat e Lina Vieira pelos trabalhos iniciais de datilografia e a srta. Roseli Rodrigues Destefano pela datilografia do texto final;

aos colegas e funcionários da Seção de Pedologia, pela colaboração, incentivo e constante apoio dados durante a execução deste trabalho.

## CONTEÚDO

		Pág.
1 -	INTRODUÇÃO .....	1
2 -	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
3 -	ESCOLHA DAS ÁREAS E MATERIAL .....	17
4 -	MÉTODOS .....	23
	4.1 - Método de amostragem .....	23
	4.2 - Seleção das características de diferenciação..	24
	4.3 - Métodos Analíticos .....	25
	4.3.1 - Análises físicas .....	26
	4.3.2 - Análises químicas .....	27
	4.3.3 - Análises mineralógicas .....	29
	4.3.3.1 - Preparo do material .....	30
	4.3.3.2 - Análise quantitativa .....	30
	4.3.3.3 - Análise qualitativa .....	31
	4.4 - Classificação e método cartográfico .....	32
	4.5 - Métodos estatísticos .....	36
5 -	O MEIO FÍSICO .....	38
	5.1 - Área-1 (Estação Experimental de Limeira) .....	38
	5.1.1 - Relevo .....	38
	5.1.2 - Geologia e Material de Origem .....	38
	5.1.3 - Clima .....	40
	5.1.4 - Cobertura vegetal e atividade biológica ....	43
	5.2 - Área-2 (Estação Experimental de Ribeirão Preto)	44
	5.2.1 - Relevo .....	44
	5.2.2 - Geologia e Material de Origem .....	44
	5.2.3 - Clima .....	46
	5.2.4 - Cobertura vegetal e atividades biológicas ..	48
6 -	RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO .....	51
	6.1 - Área-1 .....	51
	6.1.1 - Características morfológicas .....	51
	6.1.2 - Características químicas e físicas .....	61
	6.1.3 - Características mineralógicas .....	72
	6.1.4 - Resultados estatísticos .....	79
	6.1.5 - Levantamento de Solos - Classificação .....	106

	Pág.
6.2 - Área-2 .....	117
6.2.1 - Características morfológicas .....	117
6.2.2 - Características químicas e físicas .....	129
6.2.3 - Características mineralógicas .....	139
6.2.4 - Resultados estatísticos .....	140
6.2.5 - Levantamento de Solos - Classificação .....	170
7 - CONCLUSÕES .....	182
8 - RESUMO .....	184
9 - SUMMARY .....	188
10 - BIBLIOGRAFIA CITADA .....	191

## 1 - INTRODUÇÃO

Dentre os variados campos da pesquisa e experimentação agrônômica, inúmeros são aqueles cujos resultados dependem estreitamente do relacionamento solo-planta. Assim, entre muitos outros, pode-se lembrar aqueles ligados à pesquisa de fertilidade, irrigação e drenagem, manejos conservacionistas, nos quais os resultados dependem intimamente não somente das variáveis em estudo, como também do solo. Dependendo da heterogeneidade apresentada pelas características de indiscutível influência no comportamento das plantas, o solo pode ser considerado também como uma variável.

É, portanto, recomendável o conhecimento adequado dos solos das áreas experimentais a fim de poder-se selecionar glebas que apresentem um grau de homogeneidade compatível com os objetivos que se buscam, evitando-se assim, a localização dos mesmos experimentos em solos que apresentem variações acentuadas em características que possam influir sensivelmente no comportamento das variáveis em estudo.

Por outro lado, na elaboração das cartas de solos o pedólogo procura representar nas unidades de mapeamento cartografadas, áreas nas quais as variações de solos sejam menores do que as que ocorrem na paisagem como um todo. Procura-se, portanto, delimitar áreas homogêneas nas quais as características do solo sejam tanto menos variáveis quanto menos generalizadas as cartas de solos.

O custo cada vez maior de um levantamento a medida que se aumentam a escala e naturalmente o detalhe, aliado à generalizada falta de informações sobre a variabilidade das carac-

terísticas dos solos tropicais, levam amiúde o pedólogo a demarcar áreas como homogêneas por apresentarem topografia, cobertura vegetal e feições superficiais aparentemente uniformes.

Essas áreas que podem ocupar superfícies apreciáveis, apresentam com frequência solos com variações sensíveis em características os quais, devido a falta de correlação generalizada e estreita com os atributos morfológicos, não podem ser separados no campo.

As estimativas acerca de uma unidade de solo serão tanto menos precisas quanto mais variáveis forem as diferenças das características em julgamento e quanto menos observações tenham sido efetuadas dentro da área pois, as previsões das condições de um solo não podem ser melhores do que o processo de amostragem empregado.

O conhecimento da variabilidade dos solos e o estabelecimento de áreas homogêneas interessa, portanto, não somente ao pedólogo como ao fitotecnista.

A delimitação de glebas homogêneas, contudo, não é tarefa fácil, não obstante em alguns casos os aspectos gerais da paisagem assim possam sugerir.

A eleição de uma área como homogênea implica em considerar-se a população de indivíduos solo que ela apresenta como semelhantes e pertencentes a uma mesma classe taxonômica, de tal forma que em qualquer parte da mesma o indivíduo solo seja representativo da classe estabelecida.

Ora, sendo o solo um corpo natural resultante da ação combinada de fatores pedogênicos que condicionam a manifestação de processo de adições, remanejamentos, transforma-

ções, transportes seletivos e perdas, é mister esperar-se que cada arranjo diferente em intensidade de manifestação destes, condicione o aparecimento de resultantes diferentes, mesmo a curtas distâncias.

As grandes variações dos fatores de formação dos solos ocorrem, em extensas superfícies. Assim, as grandes formações vegetais e tipos climáticos, as depressões e saliências de maior importância da crosta terrestre ocorrem em áreas que atingem frequentemente milhares de quilômetros quadrados ou mais. Este fato permite a ocorrência de extensas unidades pedológicas, definidas com base em poucas características diferenciais mas com grande amplitude e cartografáveis apenas em escala reduzida. Contudo, a medida que se tomam áreas menores, o número de características que podem ser empregadas como diferenciais aumenta, enquanto que a sua variação diminui pelo aumento da homogeneidade de cada área.

O prosseguimento deste detalhamento levaria a um ponto tal que, pequenas diferenças entre indivíduos não seriam mais registradas uma vez que estariam abaixo da capacidade de percepção individual do técnico, ou da sensibilidade dos métodos e instrumental conhecidos.

Neste estágio, pode-se considerar o solo como um contínuo na paisagem onde cada "ponto" seria representado por um indivíduo diferente dos outros. Ter-se-ia alcançado aí, o limite máximo de individualidade e homogeneidade, com a delimitação de pedons, onde qualquer subdivisão quebraria a sua integridade.

Na prática, contudo, a constatação de pequenas diferenças de características do solo, além de difícil, prolongaria sobremaneira os trabalhos de levantamento, onerando conse-



qüentemente seu custo, sem trazer reais vantagens no equacionamento dos problemas relacionados com o sistema solo-planta, uma vez que o comportamento ótimo das plantas não se restringe a limites muito estreitos, ocorrendo em faixas de certa amplitude, variáveis segundo a característica considerada.

Por essas razões, admite-se certa amplitude de variação das características avaliáveis permitindo-se que uma população de solos inclua numa mesma classe indivíduos que satisfaçam as exigências conceituais estabelecidas.

Desta forma, dependendo do nível categórico utilizado para definição das unidades taxonômicas, uma unidade de mapeamento pode apresentar-se com maior ou menor homogeneidade, pois os parâmetros que definem a classe, aumentam em número e diminuem em amplitude a medida que se executa um levantamento de solos mais detalhado.

Dessa forma, quanto mais amplos os limites permitidos, menor a homogeneidade de cada classe e mais generalizado o nível categórico de classificação.

Contudo, qualquer que seja o tamanho da área considerada, o número de características diferenciais escolhidas ou a amplitude permitida nos critérios definidores de classes taxonômicas adotadas, os levantamentos implicam na delimitação de áreas homogêneas de solos.

Para tanto é necessário, inicialmente, verificar "in loco" ou por fotoanálise, a existência de áreas com semelhança de atributos externos e depois coletar material para verificação da variação dos atributos morfológicos e das características químicas, físicas e mineralógicas não correlacionáveis pela morfologia.

Se numa determinada área, delimitada como homogênea pela observação dos atributos paisagísticos e externos do solo, não houvesse variação de características, bastaria a amostra de um único ponto para caracterizar toda a área. A variação dos fatores e processos pedogenéticos a curta distância como vimos anteriormente, porém, permite a ocorrência de solos aparentemente semelhantes apresentando sensíveis diferenças em várias de suas características.

Este fato obriga, portanto, não obstante a aparente homogeneidade da área, à coleta de maior número de amostras pois quanto maior o número destas por unidade de área, maior a precisão obtida na delimitação das unidades de mapeamento e conseqüentemente, maior a homogeneidade da área cartografada.

O aumento do número de observações contudo, encontra limitações, pois quanto mais numerosa a amostragem, mais volumosos são os trabalhos de campo, de laboratório e escritório, onerando concomitantemente o levantamento.

Há portanto necessidade de limitar os pontos observados a um número suficientemente reduzido para diminuir o tempo e gastos relativos com o levantamento sem contudo prejudicar a sua eficiência e precisão.

Dada a escassez de trabalhos sobre o assunto especialmente nas regiões tropicais, achou-se oportuno abordá-lo, a fim de buscar elementos que possam orientar os técnicos que desenvolvem pesquisas estreitamente dependentes das características do solo, aos pedólogos a quem cabe delimitar áreas de solos com o mínimo custo e máxima homogeneidade possíveis, e finalmente à taxonomia de solos pois, muitos dos problemas de classificação pedológica, como a determinação da validade do conceito de grupo natural, a justificativa do estabelecimento de

unidades taxonômicas, e a avaliação dos limites existentes entre elas estão relacionadas com o conhecimento da variabilidade das características do solo.

No presente trabalho propõe-se: a) estimar a variabilidade de algumas características químicas, físicas e mineralógicas em duas áreas julgadas homogêneas; b) avaliar o número de amostras necessárias para estimar a média das características dentro de determinados níveis de precisão; c) verificar, em termos de levantamento de solos, a distribuição das unidades de mapeamento e respectiva frequência de ocorrência a medida que se diminua a generalização das classes taxonômicas tomando por base a classificação americana de 1970.

Acredita-se com este trabalho estar-se apenas abrindo entre nós, um ramo de pesquisa bastante amplo o qual, se devidamente explorado, trará informações valiosas não somente aos fitotecnistas que executam experimentações de campo como, principalmente, ao pedólogo na elaboração dos levantamentos de solos.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A bibliografia que pudemos consultar sobre estudos de variabilidade de características de solos e de estatística aplicada a Pedologia não foi das mais fartas. Este fato se agrava ao considerar-se apenas os trabalhos nacionais.

Deve-se a CLINE (18), um dos trabalhos pioneiros no estudo da variação das características do solo. O autor considera o solo como uma população de unidades que variam entre si tanto no sentido vertical como horizontal, sendo que o número de unidades necessárias para amostrar a população, depende da variação e do grau de precisão desejados.

Em 1949 o mesmo autor (19) expõe suas idéias a respeito dos princípios básicos de classificação de solos conceituando uma classe como um grupo cujos membros são arranjados por suas características em torno de um indivíduo modal. Sua definição seria feita em termos do valor das características diferenciais e acessórias do indivíduo modal e dos desvios respectivos daqueles valores dentro da amplitude estabelecida pela classe. O valor médio para as características diferenciais e acessórias derivadas da amostra da classe definiria o indivíduo modal, o desvio padrão definiria a variabilidade da classe, enquanto que os testes de significância permitiriam verificar se as diferenças entre classes seriam reais ou somente aparentes. Este trabalho de CLINE pode ser considerado como a base para o desenvolvimento de estudos de solos baseados em modelos estatísticos.

REED & RIGNEY (58) em 1947, estudaram solos situados em glebas de aparências uniforme e não uniforme, estimando o número das amostras necessárias para obter determinados limi-

tes de precisão para várias propriedades. Segundo esses autores é tão importante conhecer a variabilidade das características dentro de uma área como o valor da média. Se outra estatística, que não a média, é desejada, uma simples amostra composta pode ser inadequada. Citando Waynick, esses autores, mostram que a amostragem composta é justificável mas tão somente após conhecer-se as variações da área a ser amostrada.

HARRADINE em 1949 (30) estudou a variação de propriedades físicas e químicas de quatro séries de solo e relacionou-as com estágio de desenvolvimento de perfis, tendo observado que solos de origem recente variavam usualmente em muitas de suas propriedades mais do que aqueles considerados como mais velhos ou maduros. Obtiveram correlação inversa entre maturidade dos solos e variabilidade da densidade aparente, conteúdo de argila, pH e nitrogênio total.

LEENHER & SIMON (34) em 1950, publicaram um trabalho no qual analisam a influência do solo na produção de beterraba e açúcar mostrando que todas as possíveis diferenças na produção, resultantes de diferenças em cultivo, fertilização e variedade, foram sempre menores do que as diferenças de produção causadas pelas diferenças de solo. Os autores criticam a pouca atenção dispensada à influência do solo na produção de culturas, nos delineamentos experimentais, e atestam, drasticamente, que os experimentos de campo instalados sem apoio em mapas detalhados de solos e sem considerar as diferenças de solos existentes nas glebas experimentais, não tem valor científico.

PRITCHETT & colaboradores (56), em 1953, desenvolvendo pesquisas de "soil testing" concluíram que uma amostra proveniente de duas populações não é representativa de nenhuma e que cada propriedade do solo no campo tem um padrão diferente

de variação. Assim o número de amostras requeridas é determinada pela propriedade que requer o maior número de amostragem devendo haver um compromisso entre o mínimo desejado de precisão e economia.

RENNIE & CLAYTON (59), em 1959, comentaram que a aparente incapacidade de se relacionar produtividade com as unidades de mapeamento cartografadas poderia ser devido a falta de identificação dos membros específicos do solo nos quais as experimentações foram estabelecidas.

No mesmo ano, THORBURN & LARSEN (67) procurando resolver problemas de amostragem de solos para fins de engenharia, estudaram várias características físicas de interesse na construção de estradas em algumas séries de solo. Estabeleceram com base em estatísticas, para cada uma das características estudadas o número de amostras necessárias para estimar a sua média dentro de determinados limites de confiança.

Trabalho semelhante realizaram, em 1969, MAC CORMACK & WILDING (39). Esses autores estudaram a variação de propriedades do solo dentro de seis unidades de mapeamento em Ohio. Com base em medidas estatísticas (média, desvio padrão e coeficiente de variação) estabeleceram o número de observações necessárias para estimar a média de algumas propriedades selecionadas do solo dentro de determinados limites de confiança. Dentre as propriedades que apresentaram maior variação encontra-se a textura, cor e grau de estrutura, enquanto que matiz, valor e pH foram entre outras, as propriedades que apresentaram menor variação.

Em 1962, POMERENING & KNOX (54) retomando os polêmicos conceitos emitidos por Cline (1949) acerca da existência de grupos naturais de indivíduos solo analisaram mediante o

emprego de funções discriminantes e distribuição de frequência, um grande número de amostras referentes a 5 séries de solos do Estado de Oregon mostrando pela primeira vez que há indiscutivelmente grupos naturais dentro da população solo. Mediante a ocorrência ou não de mínimos bem definidos nos histogramas de frequência estabelecidos para várias características separaram três grupos de características: aqueles que apresentam distribuição de frequência com mínimos bastante nítidos permitindo a segregação de grupos, os que, não obstante variarem bastante entre séries, não permitiram a delimitação de grupos naturais e ainda aqueles que não variaram entre séries.

No mesmo ano, NELSON & MAC CRAKEN (47) publicaram um trabalho relatando a aplicação de uma série de medidas estatísticas às características físicas, químicas e mineralógicas de solos com a finalidade de eleger as características diferenciais mais promissoras para a classificação e caracterização das séries Norfolk e Portsmouth.

BURINGH & colaboradores (11) em 1962 acentuaram que as condições do solo podem afetar o número de observações. Assim, as áreas com pequena diferença nas propriedades do solo necessitam de menor número de observações por unidade de superfície do que as áreas com grandes diferenças nas propriedades do solo.

MADER (36) em 1963 estudou o grau de variabilidade de solos florestais no Northeast observando ser a variabilidade entre glebas superiores à variabilidade encontrada dentro das glebas, e também que há propriedades do solo que requerem pequeno número de amostras para uma estimativa acurada enquanto que outras necessitam de maior número. As propriedades químicas analisadas apresentaram de maneira geral maior varia-

bilidade que as características físicas.

HANOTIAUX (29) em 1966 estudou a amostragem de terras tendo em vista as análises químicas, concluindo ser de 25 o número ideal de amostras a ser coletadas por cada hectare.

Mais recentemente, o grupo da Divisão de Pedologia da Universidade de Oxford, publicou uma série de trabalhos analisando a problemática da variabilidade de características e das unidades de mapeamento de solo (74, 3, 75, 5). Em 1964 WEBSTER & BECKETT (74) publicaram um trabalho no qual analisaram o valor agrônômico dos mapas elaborados a partir da fotointerpretação de fotografias aéreas. Os autores mostram que este tipo de levantamento depende da correlação estreita entre o solo e as feições morfológicas superficiais da terra e que quanto menos intensivos os levantamentos de campo, maior o peso desta correlação. Sendo os mapas de solo feitos normalmente com alguma finalidade agrícola, seu valor depende do grau de uniformidade das unidades de mapeamento. Segundo esses autores as propriedades químicas do solo tem pequena relação direta com os atributos da paisagem identificáveis nas fotos aéreas, não ocorrendo o mesmo com as propriedades físicas, tanto assim, que as várias propriedades químicas analisadas, excepto o pH, apresentaram elevados coeficientes de variação, acontecendo o inverso com as características físicas.

Na mesma época, WILDING & colaboradores (77), apresentaram uma série de estatísticas incluindo a média, amplitude, coeficiente de variação e erro da média, para várias características físicas, químicas e morfológicas de solos de Ohio. Nesse trabalho os autores apresentam também o número de perfis requeridos para estimar a média das características consideradas com, aproximadamente, 10% de variação da média usando um



intervalo de confiança de 95%. Os autores concluíram ser de 20 a 50 o número de perfis necessários para estimar a média, com grau de precisão relativamente alto, das características com grande variação. Para as características menos variáveis, 15 perfis ou menos são suficientes para estimar a média com o mesmo grau de precisão. Os autores concluem que para caracterizar série de solo ou conceito modal de série com base em poucos dados de campo ou laboratório, as inferências devem se restringir àquelas propriedades reconhecidas como mais uniformes.

BECKETT (3) em 1967, analisando as mudanças laterais na variabilidade do solo afirmou que, os valores do coeficiente de variação das características do solo, são tanto mais baixos quanto menos espaçados os limites entre as unidades. Assim, a variância e o coeficiente de variação aumentam com o tamanho da área amostrada.

WEBSTER & BECKETT (75) em 1968 analisando a qualidade e a utilidade dos mapas de solos lembraram que os solos variam consideravelmente na paisagem e que os pedólogos ao efetuarem um mapa de solos procuram obter o máximo de redução na variação dentro das unidades de mapeamento, a fim de que o mapa de solos possa apresentar informações adequadas àqueles que dele fazem uso. Segundo os autores sendo a variabilidade de uma unidade de mapeamento uma característica importante, é óbvio o valor que tem ao usuário de um levantamento pedológico a representação não somente da média do valor modal das propriedades de cada classe mas, também, suas variâncias e desvios padrões.

Em 1971, BECKETT & WEBSTER (5) numa revisão sobre a variabilidade dos solos, acentuaram que o coeficiente de variação aumenta com o tamanho da área amostrada. Os autores alertam contudo que não obstante a variabilidade aceitável pe-

los usuários dos levantamentos de solos diminuir a medida que a intensidade de uso de terra aumenta, não é aconselhável uma busca de menores coeficientes de variação mediante subdivisão da área em unidades mais homogêneas uma vez que há sempre para qualquer intensidade de uso do solo, uma área mínima abaixo da qual não é exequível a adoção de manejos diferenciados.

Em 1965, POWELL & SPRINGER (55), ressaltaram a falta de uniformidade mesmo em unidades ao nível de série ao analisarem a precisão da classificação de várias unidades de mapeamento em solos da Georgia. Os referidos autores após analisarem 518 pontos de coleta chegaram a conclusão que as unidades de mapeamento analisadas continham de 17 a mais de 40% de inclusões de outros solos.

MULCAHY & HUMPHRIES (46) em 1967 lembraram que as correlações entre tipos de solo e produção de culturas são frequentemente pobres devido a implicação de uma série de variáveis sendo portanto interessante que em qualquer levantamento do solo seja feito um esforço para se estimar por meios estatísticos a natureza das variações. O conhecimento da extensão e natureza da variação de uma propriedade poderá permitir uma escolha mais apropriada de intervalo de classes, cada qual podendo então ser tratada como um caráter separado.

BALL & WILLIAMS (1, 2) em 1968 e 1971, estudando uma série de características de solos uniformes, não cultivados, amostrados a curta distância, enfatizaram a grande variabilidade das características químicas encontradas e a necessidade de considerar-se a variação espacial dos solos em qualquer estudo pedológico ou ecológico. Devido a esta grande variabilidade é impossível conhecer qual precisão pode ser aceita para dados provenientes de uma simples amostra de solo.

Em 1968, PROTZ & colaboradores (57) assinalaram que representações mais precisas de variabilidade das características dos solos são obtidas a medida que mais solos são observados, sendo o número de amostras correntemente usado para caracterizar e estabelecer limites de propriedades de solos, em geral inadequado.

Logo após, VAZHENIN & colaboradores (70) estudando a variação de características e propriedades do solo definem vários níveis de variação: micro, meso e macrovariação. A microvariação caracterizaria as variações ao nível de indivíduo enquanto que a mesovariação caracterizaria a variação de propriedades de um grupo de solo dentro de um mesorelevo enquanto que a macrovariação refletiria a variação do solo na paisagem geral. Os autores detem-se no estudo da variação ao nível de pedon chamando a atenção para a complexidade e dinâmica dos processos pedogenéticos que ocorrem no solo e para a grande microvariação encontrada nas suas características e propriedades, e portanto, da necessidade de estudá-las estatisticamente mediante um número de amostras adequado.

TONKONOGOV (69) em 1971 estudando os podzois arenosos do nordeste da Rússia verificou que a morfologia dos mesmos variava, consideravelmente, a curta distância sendo necessário refinar os resultados obtidos mediante análise estatística.

MOORMAMM (44) escrevendo um capítulo sobre microvariação em solos em obra recentemente editada considera haver maior variabilidade nos solos das regiões tropicais que nos das regiões temperadas, devido principalmente a causas biogenéticas, termitas e atividade do homem. Os autores advertem, que os resultados obtidos em experimentações de campo efetuadas em pe-

quenas parcelas e com número limitado de repetições geralmente, são de pequena significação. A "média" de uma gleba experimental usada em testes de fertilidade é frequentemente sem sentido já que representam solos com uma larga amplitude em produtividade e características. Os autores concluem alertando que há necessidade de se rever as técnicas de delineamentos experimentais.

Entre nós, a bibliografia relacionada à estudos de variabilidade de características de solos, está restrita pelo que se conhece, aos trabalhos de CATANI e outros (16), de OLIVEIRA & ROTTA (51) e ainda de OLIVEIRA & outros (49).

CATANI & colaboradores (16) apresentaram um trabalho no qual fazem um estudo da amostragem em dois tipos de solo com a finalidade de estabelecer um sistema e técnica mais adequados de coletar amostras superficiais de terra para fins de estudo de fertilidade. Os autores acharam que os resultados das amostras simples, apresentaram a tendência de se distribuir nas diversas classes enquanto que as compostas tendem a convergir para determinada classe.

OLIVEIRA & ROTTA (51) em 1971 com os dados obtidos a partir do levantamento de solos da Estação Experimental de Limeira estabeleceram para cada uma das unidades de mapeamento, a distribuição porcentual de várias características químicas em diferentes níveis de ocorrência.

No ano seguinte, OLIVEIRA & colaboradores (50) analisando os resultados obtidos no levantamento de solos da Estação Experimental de Ribeirão Preto, estimaram uma série de estatísticas (média, desvio padrão, coeficiente de variação, erro da média e amplitude) para as várias unidades de solos estabelecidas, permitindo conhecer com detalhe a variabilidade

das características químicas para cada unidade de mapeamento estudada.

### 3 - ESCOLHA DAS ÁREAS E MATERIAL

Tratando-se, o presente trabalho, de um estudo de variabilidade de solos em áreas aparentemente homogêneas, tornou-se necessário selecionar áreas que preenchessem, cada qual, os seguintes requisitos:

a) apresentar feições morfológicas superficiais aparentemente uniformes a ponto de não permitir a delimitação de áreas diferentes apenas com os recursos da fotointerpretação ou da observação "in loco" sem amostrar e/ou examinar o solo;

b) ser suficientemente extensa para ser cartografável na escala 1:25.000 (escala adequada para levantamentos detalhados regionais), ou seja ter um mínimo de aproximadamente 10 ha;

c) ter que configurar um quadrado ou um retângulo sendo que, neste último, a largura não deve ser inferior a metade do comprimento a fim de facilitar posteriores trabalhos de cartografia e legibilidade dos mapas;

d) estar contida sob idêntica cobertura vegetal a fim de evitar possíveis variações resultantes de influências diferenciais entre vegetações diferentes. Devido a maior facilidade de trabalho, optou-se por área em pousio ou em pastagens, dando-se preferência à última.

e) não haver sofrido, num período anterior de 10 anos, distúrbios devidos à modificação de vegetação, aplicação de adubos e corretivos, impondo assim novas condições de equilíbrio ao solo.

f) não apresentar sinais aparentes de erosão generalizada;

- g) ser plenamente agricultável;
- h) apresentar topografia absolutamente uniforme em toda a sua extensão, podendo ser plana ou em declive;
- i) não apresentar níveis de distrofismo muito pronunciados a ponto de marginalizar a área à utilização agrícola.
- j) apresentar apenas oxissolos.

Com estes critérios selecionou-se duas áreas localizadas, respectivamente, na Estação Experimental de Limeira e na Estação Experimental de Ribeirão Preto, ambas pertencentes ao Instituto Agrônomo do Estado.

A Estação Experimental de Limeira localiza-se a  $22^{\circ} 34' S$  e  $47^{\circ} 25' W$ G.

A área escolhida, denominada no presente trabalho como Área-1, encontra-se em pasto desde 1960 portanto a 12 anos e situa-se a noroeste da Estação Experimental, em superfície de 18,5 ha (figura 1).

OLIVEIRA & ROTTA (52) assinalaram aí duas unidades de solos: Unidade Limeira e Unidade Limeira muito ácida, ambas pertencentes ao grande grupo Latossolo Vermelho Escuro-orto, da Comissão de Solos (63), o qual por sua vez corresponde segundo a classificação americana (25) à sub-ordem Orttox.

A Estação Experimental de Ribeirão Preto localiza-se a  $21^{\circ} 11' S$  e  $47^{\circ} 43' W$ G. Dista cerca de 10 km do centro da cidade do mesmo nome, na estrada Ribeirão Preto-Bonfim.



a



b

Figura 1. — Vista geral da Área-1. Notar o relevo bastante aplainado e a cobertura vegetal de gramínea. (a) foto tomada no sentido do ponto 1 para o ponto 72 e (b) no sentido do ponto 74 para o ponto 3.





a



b

Figura 2. - Vista geral da Área-2. Notar o relevo suave inclinado, contínuo e a cobertura vegetal de gramínea; (a) foto tomada no sentido do ponto 7 para o 62 e (b) no sentido do ponto 62 para o ponto 7.

A área selecionada, identificada no presente trabalho como Área-2, localiza-se numa vertente com 7% de declive, junto a divisa da Estação Experimental com o Patronato de Menores a esquerda da estrada Ribeirão Preto-Bonfim.

Encontra-se em pasto desde 1960 portanto há 12 anos, e cobre uma área de 16,5 ha (Figura 2).

Segundo OLIVEIRA & MONIZ (50) ocorrem na área três unidades de mapeamento todas porém, pertencentes ao grande grupo Latossolo Roxo descrito pela Comissão de Solos (63), correspondendo à sub-ordem Ortox da classificação americana (25).

As feições geomorfológicas de cada uma das áreas selecionadas são comuns à paisagem regional onde cada qual se insere, sugerindo a possibilidade de extrapolação dos dados obtidos, à áreas semelhantes.

O material coletado corresponde às camadas superficial de 0 a 30 cm e a subsuperficial situada entre 80-120cm de profundidade, as quais serão denominadas, respectivamente, camada a e camada d.

Em alguns pontos selecionados coletaram-se materiais intermediários entre essas duas camadas, os quais receberam as denominações de camadas b e c respectivamente.

A camada superficial que corresponde àquela mais intensamente explorada pelo sistema radicular das plantas, representa conforme observou-se em trabalhos anteriores (50, 52), o epipedon das unidades existentes.

Não obstante utilizar-se o sistema americano de classificação (25), o qual preconiza a adoção da seção de controle, para definir os perfis de solos, evitou-se propositalmente neste trabalho, coletar o material do topo da seção de

controle, a fim de evitar alguma possível influência de fertilizantes e corretivos anteriormente aplicados. Como a experiência anterior nesses solos (50, 52) ensinou serem os mesmos possuidores de horizonte óxico profundo e bastante homogêneo, limitou-se a camada subsuperficial à faixa entre 80-120 cm, exceção de alguns perfis abertos na Estação Experimental de Ribeirão Preto nos quais a presença de bancada laterítica não permitiu atingir esta profundidade. A camada superficial, na maioria dos casos corresponde assim à base da seção de controle. Não foi considerada, portanto, a distribuição vertical das características através de todo o horizonte óxico como é exigido em certos grandes grupos da sub-ordem Ortodox, mas tão somente a sua distribuição nas camadas superficial e subsuperficial e nas camadas intermediárias no caso das trincheiras de 100 cm de profundidade.

## 4 - MÉTODOS

### 4.1 - Método de amostragem

Em cada uma das áreas selecionadas demarcou-se com auxílio de bússola alidade, a rede de prospecção com malha de 50 m.

Em áreas de aparência homogênea, o sistema de rede de tradagem rígido é o mais indicado, pois torna-se difícil estabelecer, quais elementos devem ser tomados para auxiliar na delimitação de unidades de mapeamento (11) (37).

Em cada ponto da rede abriu-se uma trincheira de 60 x 60 x 60 cm. Em seis pontos da Área-1 e em cinco da Área-2, abriram-se trincheiras mais profundas de 100 x 100 x 100 cm com a finalidade de controlar a variação das características morfológicas não observáveis apenas com tradagem, quais sejam: estrutura, cerosidade e consistência da amostra seca e úmida. Aproveitou-se essas trincheiras também para verificar mediante os teores de carbono encontrados até 75 cm, a presença de Umbriortox.

A camada superficial foi coletada com enxadão procurando-se retirar uma fatia de 25 a 30 cm conforme a espessura do epipedon ao longo de uma das faces de cada trincheira.

Eliminou-se o raizame das gramíneas, destorroaram-se os agregados maiores e homogeneizou-se o material na própria cova da trincheira, coletando-se após esta operação cerca de 1 kg do material.

O material da camada subsuperficial foi coletado mediante tradagens efetuadas na base das trincheiras com trado tipo holandês.

O material correspondente às camadas intermediárias entre as citadas acima, foi coletado com pazinha de jardineiro.

Em cada trincheira efetuou-se minuciosa observação e descrição das características morfológicas seguindo-se as instruções do Manual para descrição do solo no campo (13).

Todo o material em cada área foi coletado durante um prazo máximo de vinte dias durante os meses de setembro, para a Área-1 e novembro, para a Área-2, procurando-se evitar, desta maneira, possíveis influências climáticas nas características do solo (estrutura e pH, principalmente).

O material para análise mineralógica foi coletado apenas nos pontos 2, 5, 7, 8, 19, 24, 31, 33, 36, 41, 43, 48, 52, 58, 62 e 72 da Área-1 e nos pontos 1, 7, 10, 19, 21, 29, 31, 33, 42, 43, 45 e 64 da Área-2 (Figura 29 e 54).

Cada uma das amostras coletadas foi seca ao ar, destorroada, passada em peneira de 2 mm de malha e subdividida em três sub-amostras.

As análises químicas foram efetuadas nas três sub-amostras de cada camada coletada, as físicas em duas e as mineralógicas em apenas uma sub-amostra.

#### 4.2 - Seleção das características de diferenciação

Tendo o presente trabalho por finalidade estudar a variabilidade de características do solo de importância para a experimentação fitotécnica e para a classificação em nível detalhado, foram selecionadas características de diferenciação de solos que satisfizessem o ponto de vista agrícola e à classificação ao nível de série.

Assim, as características químicas determinadas foram carbono, pH em água, pH em solução de cloreto de potássio, cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis. Calcularam-se também a soma de cálcio e magnésio, a soma de bases (valor S) a capacidade de troca de cations (CTC), o caráter álico ( $Al^{3+} \cdot 100 / Al^{3+} + S$ ) e a saturação em bases (V%). Devido a classificação americana de 1970 (25) empregar a capacidade de troca de cations da fração argila para diferenciar horizontes óxicos, converteram-se os valores da capacidade de troca de cations da terra fina seca ao ar para 100 g de argila, tomando os valores da fração argila obtidos em cada ponto para fazer esta conversão.

Determinou-se também, apenas para efeito de classificação, a retenção de cations, característica equivalente, nas nossas condições, à soma de bases mais alumínio trocável e utilizada pela classificação americana na ordem Oxissolo (25).

As características físicas determinadas foram: argila, limo, areia fina, areia grossa, argila natural, água retida a 1/3 e a 15 atmosferas, enquanto que para as características mineralógicas efetuaram-se análises quantitativa e semi-quantitativa da fração argila.

As características morfológicas observadas no campo foram: textura; cores da amostra úmida, úmida amassada, seca e seca triturada; estruturada e consistência. A consistência da amostra seca e úmida assim como a estrutura, relativas às camadas intermediárias, b e c, e subsuperficial d só foi determinada nas trincheiras de 100 cm, quando então pôde-se coletar material não deformado dessas camadas.

#### 4.3.1 - Análises Físicas

a) Composição granulométrica: empregou-se o método da pipeta e dispersão com NaOH 1N, segundo MEDINA & GROHMANN (41).

Não se procedeu a eliminação da matéria orgânica da camada superficial visto que em trabalho recente, MENCK & OLIVEIRA (43), constataram não haver diferença significativa entre os resultados obtidos com e sem destruição da matéria orgânica em Latossolo Vermelho Escuro-orto, enquanto que no Latossolo Roxo houve casos de material tratado com peróxido de hidrogênio ter floculado e apresentado conseqüentemente decréscimo acentuado nos teores de argila obtidos.

A argila, o limo, a areia fina e a areia grossa, estão referidos nos quadros 5 e 11 respectivamente, como Arg., Limo, Ar. F. e Ar. G.

b) Argila dispersa em água: após adicionar-se 500 ml de água destilada em 10 g de TFSA, procedeu-se a agitação mecânica a 12.000 rpm durante 5 minutos para o Latossolo Vermelho Escuro-orto; 10 g de TFSA mais 50 ml de água destilada e repouso durante 15 horas seguindo-se, após completar 500 ml com água destilada, agitação mecânica durante 10 minutos para o Latossolo Roxo. Dessas etapas em diante seguiu-se o método da pipeta.

c) Umidade a 1/3 de atmosfera: método da centrifuga a 1410 rpm (42), referida como 1/3 atm. nos quadros 5 e 11.

d) Umidade a 15 atmosferas: método da membrana de pressão a 15 atmosferas (60), referida como 15 atm. nos quadros 5 e 11.

#### 4.3.2 - Análises químicas

a) pH em água e em solução de cloreto de potássio 1N: determinações potenciométricas após 3 horas de repouso; relação solo líquido de 1:2,5 nos dois casos.

b) Carbono orgânico (C): oxidação da matéria orgânica com solução 0,4N de bicromato de potássio em meio ácido e titulação do excesso de bicromato com solução de sulfato ferroso-amoniaco 0,4N usando a difenilamina como indicador, segundo VETTORI (72).

c) Bases trocáveis: extração por percolação de 100 ml de  $\text{HNO}_3$  0,05N em 10g de TFSA. O cálcio e o magnésio foram determinados no extrato por espectrofotometria de absorção atômica utilizando-se uma solução de óxido de lantânio a 0,5% para eliminar a interferência do alumínio (64); o potássio foi determinado por fotometria de chama, CATANI & PAIVA NETO (15).

d) Acidez titulável ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ): extração por percolação com 100 ml de acetato de cálcio 1N a pH 7 e titulação com NaOH 0,05N, em 5 g de TFSA usando a fenolftaleína como indicador.

e) Alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ): extração por percolação com 100 ml de cloreto de potássio 1N em 5 g de TFSA e titulação com NaOH 0,05N usando o azul de bromotimol como indicador.

f) Soma de bases (valor S): calculado pela soma das bases trocáveis.

g) Capacidade de troca de cations (CTC): calculada pela soma dos valores de S, ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ).

h) Índice de saturação (valor V): calculado pela relação 100 S/T.



A fim de poder-se correlacionar em termos de capacidade de troca de cations (CTC) e saturação em bases (V%) os valores obtidos neste trabalho com aqueles constantes da chave taxonômica da classificação americana de solos (25), foi necessário fazer-se as devidas correções.

Utilizou-se as equações estabelecidas por VAN RAIJ & KÜPPER (71), para correlacionar os valores de CTC obtidos pelo método da Seção de Pedologia do Instituto Agronômico de Campinas com aqueles obtidos utilizando o método preconizado pela classificação americana de 1970 (25).

Empregaram-se as equações:

$$Y = 0,721x + 0,01 \quad (1)$$

para estimar o valor de CTC obtido pelo método do acetato de amônio, e

$$Y = 1,136x + 1,39 \quad (2)$$

para estimar o valor da CTC obtido pelo método do cloreto de bário tamponado a pH 8,2 com a trietanolamina.

Com base nessas equações obtiveram-se os valores de CTC corrigidos para os dois métodos acima, e calcularam-se as equações de regressão entre os valores de saturação em bases pelo método da Seção de Pedologia e aqueles encontrados pelos métodos preconizados na classificação americana.

As equações de regressão calculadas foram:

$$Y = 0,736x - 0,24 \dots\dots\dots r = 0,999^{***} \quad (3)$$

$$Y = 1,382x + 0,54 \dots\dots\dots r = 0,996^{***} \quad (4)$$

Usando-se a equação (1) obtém-se que a CTC de 16 e.mg/100 g estabelecida na definição de horizonte óxico (25) equivale a 22 e.mg/100 g pelo método da Seção de Pedologia.

Empregando-se a equação (3) encontra-se que um va-

lor V de 35% obtido pelo método do acetato de amônio preconizado pela classificação americana para separar os Orttox ao nível de grande grupo, corresponde ao valor de 26% pelo método empregado na Seção de Pedologia. Assim, neste trabalho, foram considerados como Eutrortox apenas os Oxissolos com saturação em bases igual ou superior a este último valor.

Com a equação (4), observa-se que um valor V igual a 35%, obtido pelo método da soma de bases e utilizado pela classificação americana para separar os Alfissolos e Ultissolos corresponde, no método da Seção de Pedologia a um valor V de 49%.

#### 4.3.3 - Análises mineralógicas

As análises mineralógicas foram efetuadas em amostras da camada superficial e subsuperficial de 16 pontos da Área-1 e de 12 da Área-2.

Por tratar-se, em todos os casos, de solos com teores de argila superiores a 35%, efetuou-se a análise mineralógica apenas nesta fração.

Levando-se em conta que os valores da somatória de caulinita e gibbsita, determinados pela análise termo-diferencial (ATD), foram superiores a 70%, considerou-se desnecessária a determinação quantitativa dos outros componentes da fração argila uma vez que para fins de classificação (nível de família) em nada adiantariam essas determinações, além de demandarem métodos demorados, como por exemplo aqueles relativos a determinação de materiais amorfos.

A fim de se ter idéia da composição qualitativa do material restante, submeteu-se as amostras à difração de

raios-X.

#### 4.3.3.1 - Preparo do material

Cerca de 10 g de material foram tratados com peróxido de hidrogênio a 30% em meio acidulado com duas gotas de HCl 1:1, inicialmente a frio e depois a quente, para oxidar a matéria orgânica. A dispersão do material foi efetuada utilizando-se 80 ml de NaOH 0,1 N e agitando-se durante 10 minutos em agitador mecânico a 12.000 rpm após o que a suspensão foi transferida para provetas de 500 ml. A argila foi recuperada mediante sifonagens sucessivas obedecendo-se o prazo de tempo necessário à sedimentação das frações mais grosseiras.

Os óxidos de ferro livre foram removidos pelo método do ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (31). Após a remoção do ferro livre, adicionaram-se 20 ml de uma solução de NaCl N para promover a floculação dos colóides. Lavou-se o material repetidas vezes com água destilada até que o líquido sobrenadante se apresentasse incolor, indicando completa remoção dos óxidos. Este material foi armazenado em frascos para uso posterior.

#### 4.3.3.2 - Análise quantitativa

A caulinita e gibbsita foram determinadas por ATD utilizando-se método semelhante ao descrito por DIXON (22).

Uma alíquota da suspensão de argila retirada do frasco estoque foi saturada com magnésio, tendo-se utilizado uma solução de  $MgCl_2$  1N. Eliminou-se em seguida, o excesso de cloretos mediante lavagens sucessivas com água destilada, mis-

tura de água destilada e etanol (50% - 50%) e finalmente, apenas etanol. Para comprovar a eliminação dos cloretos, foi feito, no final das lavagens, o teste com  $\text{AgNO}_3$ . O material após seco em estufa, foi triturado e diluído a 20% com  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , previamente calcinado a  $950^\circ\text{C}$ , ao invés de asbesto como foi proposto originalmente (22) e em seguida colocado no suporte da amostra para a análise termo-diferencial. A mistura do material com  $\text{Al}_2\text{O}_3$  foi feita cuidadosamente a fim de obter-se uma mistura homogênea.

As curvas de calibração foram obtidas utilizando-se caulinita da Flórida, U.S.A., e gibbsita de Minas Gerais, saturadas com magnésio, tendo-se utilizado a fração compreendida entre 0,08 e 0,2 micra como proposto por DIXON (22).

A determinação quantitativa dos minerais de argila foi feita diretamente nos termogramas. Para isso mediu-se a área dos picos endotérmicos da gibbsita, a  $320^\circ\text{C}$  e da caulinita a  $575^\circ\text{C}$ . As porcentagens de caulinita e gibbsita foram calculadas pela equação seguinte:

% caulinita

$$(\text{gibbsita}) = \frac{\% \text{ caulinita (gibbsita) obtida na curva}}{\% \text{ argila na mistura com } \text{Al}_2\text{O}_3} \times 100$$

#### 4.3.3.3 - Análise qualitativa

O material saturado com magnésio e seco foi colocado em lâmina de vidro apropriada e umedecido com etileno glicol 10% (amostra glicolada) e em seguida submetido a irradiação num aparelho Norelco Phillips com varredura da ordem de  $2\theta$  por minuto, entre  $2^\circ$  e  $30^\circ$  aproximadamente.

Prepararam-se também para algumas amostras, lâmi-

nas que foram aquecidas a 350°C e a 550°C e irradiadas após cada aquecimento.

A interpretação dos difratogramas de raios-X foi baseada nos espaçamentos basais dos minerais de argila e nas possíveis expansões que os mesmos estão sujeitos após determinados tratamentos, como está ilustrado no quadro 1.

Quadro 1. - Principais minerais de argila e respectivos espaçamentos basais correspondentes aos diversos tratamentos.

Minerais	Tratamentos		
	Aquecimento		
	Glicolada	350°C	550°C
Caulinita	7,15	7,15	-
Gibbsita	4,85	-	-
Mica	10,1	10,1	10,1
Montmorilonita	17,7	10,0	10,0
Vermiculita	14,4	10,0	10,0

#### 4.4 - Classificação e método cartográfico

A classificação dos solos foi efetuada levando-se em conta apenas os dados obtidos com as amostras superficiais e aquelas da camada subsuperficial como já foi mencionado anteriormente.

Os solos foram classificados até o nível de família seguindo-se as recomendações da classificação americana (25).

Os critérios utilizados para subdivisão das famílias prenderam-se ainda às características apresentadas pela

camada subsuperficial por serem elas menos afetadas por manejos superficiais. Características da camada superficial poderiam ser empregadas ao nível de fase de série, porém isto exigiria a elaboração de novos mapas e legendas muito extensas daí achar-se que o nível de série seria suficiente para mostrar a variabilidade espacial dos solos estudados.

Apesar da classificação americana não adotar a acidez e tamanho de partícula como critério diferencial nas categorias ao nível de família de certas ordens, entre as quais a dos Oxissolos, achou-se interessante o seu emprego, daí ter-se usado o critério pH em água e o valor 5,5 para separar os solos ácidos dos não ácidos e o valor 60% de argila para distinguir os solos argilosos dos muito argilosos.

Devido esperar-se, a priori, valores elevados de argila para os solos em estudo, pôde-se utilizar a escala de Atterberg para as frações granulométricas e as classes de tamanho de partícula da classificação americana (25).

Como as arbitrariedades existentes no estabelecimento das definições das classes taxonômicas superiores se mantêm e se ampliam ao nível de série, cabe ao pedólogo, estabelecer em cada caso que se lhe apresenta, os parâmetros que definem as unidades taxonômicas encontradas e a faixa de variação aceitável para cada caso de tal forma que atenda as finalidades a que se propõe o levantamento, sem perder a objetividade que o mesmo deve apresentar.

A escola americana define a série como uma coleção de indivíduos-solo, essencialmente uniformes em características diferenciais e em arranjo de horizontes, sem contudo, precisar quais os critérios a utilizar e quais os intervalos a estabelecer (23, 24, 25).

O número de propriedades que podem ser empregadas para separar classes de solos ao nível de série é bastante grande.

Não há roteiros precisos que orientem a classificação ao nível de série. As decisões devem ser baseadas nas apreciações das interações entre as características do solo e na importância das suas combinações, atendendo ao objetivo científico e prático da classificação (32). É contra indicada, contudo, a subdivisão em muitas classes, com amplitudes tão pequenas que se torne difícil fazer distinção entre elas. O número de séries de solo capazes de serem reconhecidas, mesmo em pequenas áreas, pode assumir proporções alarmantes se pequenas variações de propriedade forem usadas para separar classes de solos (73).

Várias características como pH em água, capacidade de troca de cations da fração argila, capacidade de retenção de cations, tamanho de partículas, profundidade, presença de horizonte petroférico, quantidade de carbono, soma de bases e natureza mineralógica da fração argila, foram empregadas nas categorias superiores e portanto mantidas ao nível de série. A soma de bases e a capacidade de troca de cations poderiam ser consideradas nesta categoria porém, os baixos valores encontrados para essas propriedades na camada d, não justificaram o seu emprego.

Nenhuma característica física ou morfológica, mostrou-se adequada para diferenciar classes, ao nível de série visto que apresentaram grande homogeneidade. Empregou-se, portanto, como característica diferencial nesse nível, apenas a saturação em bases e o caráter álico da camada subsuperficial.

A saturação em bases é, entre todas as propriedades químicas, a de maior emprego como característica diferencial,

sendo por isso utilizada na maioria das classificações de solos (6, 14, 21, 26, 66, 25).

Essas classificações empregam o critério saturação em bases para separar os solos eutróficos dos distróficos, admitindo um valor limite variável de 25 ou de 50% conforme a classificação e os métodos adotados.

A classificação francesa (26) utiliza vários níveis de saturação em bases dentro de uma mesma categoria de solos para separá-los. Esse critério foi aqui utilizado para separar os oxissolos distróficos e eutróficos em classes menos amplas, empregando-se os seguintes níveis:

- V% da camada d igual ou superior a 10 para separar os solos distróficos entre si;
- V% da camada d igual ou superior a 50 para separar os solos eutróficos entre si.

O alumínio trocável devido a sua toxidez para a maioria das plantas cultivadas representa uma propriedade importante do solo, tendo sido por isso mesmo, incluída na classificação americana, a partir de 1967 (23), para caracterizar os agrupamentos de solos álicos. Convém salientar contudo, que esta classificação não estabelece classes de valores para a utilização deste critério.

A relação  $m = \frac{Al^{3+}}{Al^{3+} + S} \cdot 100$ , é utilizada por alguns pesquisadores (10, 33) e pela equipe de pedologia do Ministério da Agricultura, ao invés do valor absoluto de alumínio trocável, como critério para agrupar os solos álicos, considerando como tal, aqueles que apresentam  $m \geq 50$ . Usou-se no presente trabalho, este último critério.

Do ponto de vista cartográfico as diversas unidades



de mapeamento foram delimitadas por linhas retas. A ausência de feições externas da paisagem e a rede de prospecção rígida, não permitiram naturalmente um traçado sinuoso das linhas de delimitação. Sem dúvida, tais limites não são estéticos e nem naturais, contudo, tornam-se bastante cômodos para o fim a que se destina o presente trabalho, além de não incorrerem, com relação a outra forma de representação, em menor precisão (12).

#### 4.5 - Métodos estatísticos

Como medidas estatísticas foram estimadas: a média ( $\bar{x}$ ), o desvio padrão (s), o limite de classe ( $\bar{x} \pm t.s$ ), o coeficiente de variação (CV), o erro padrão ( $S\bar{x}$ ) o limite de precisão ( $t.S\bar{x}$ ), e o limite de confiança ( $\bar{x} \pm t.S\bar{x}$ ).

Usando o erro padrão ( $S\bar{x}$ ) e a distribuição "t" para níveis de significância de 95,90 e 80%, foram obtidas para algumas características curvas que permitiram determinar o número de pontos (N) necessários à estimativa da média paramétrica dentro de determinado limite de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem da média.

Mediante o emprego da fórmula  $N = (CV.t/f)^2$  onde: N = número de pontos, CV = coeficiente de variação, f = porcentagem de variação permitida em torno da média, calculou-se o valor N para todas as características considerando-se os mesmos níveis de significância acima mencionados.

Não se encontrou na bibliografia consultada concordância quanto aos valores admitidos para o valor "f", contudo é comum admitir-se menor variação para as características físicas do que para as químicas, excetuando-se o pH, ao qual normalmente se atribuem baixos valores de "f" (16, 1, 39). Assim, esta-

beleceram-se os valores de 5% como variação permitida em torno da média para o pH, 10% para as características físicas e mineralógicas e 20% para as características químicas.

Os dados estatísticos foram processados mediante programações executadas por computador eletrônico de mesa, Olivetti Programa 101.

## 5 - O MEIO FÍSICO

### 5.1 - Área-1 (Estação Experimental de Limeira)

#### 5.1.1 - Relevo

O relevo regional desta área caracteriza-se por apresentar colinas tabuliformes ou subtabuliformes de vertentes convexas, com declividades pouco acentuadas, em geral inferiores a 5%. Alguns morrotes mais elevados e pouco salientes na paisagem completam, junto com estreitas áreas aluvionais, o quadro morfológico regional.

A área em estudo, especificamente, ocorre em plena superfície de cimeira de colina tabuliforme, apresentando declividade inferior a 2% (Figuras 1 e 3).

#### 5.1.2 - Geologia e Material de Origem

O mapa geológico do Estado de São Paulo (62) assinala para a região de Limeira a ocorrência dos grupos Tubarão e Passa Dois, da Formação Botucatu e das Rochas Básicas Intrusivas.

Pesquisas recentes (8, 9, 53) estreitamente ligadas à geomorfologia regional, demonstram a ocorrência generalizada de cascalheiras, as quais balizam descontinuidades litológicas regionais, indicando a ocorrência de depósitos modernos em extensão considerável.

OLIVEIRA & ROTTA (52), descrevendo o material de origem dos solos da Estação Experimental na qual se insere a área em estudo, acreditam tratar-se também de material retrabalhado porém granulométricamente bem diferente daqueles pertencentes a Formação Rio Claro (8, 9). A sua textura refletiria



Figura 3. - Estereograma da Área-1.

uma contribuição mais acentuada do diabásio e sedimentos finos das rochas do período Permiano que da Formação Botucatú, fato corroborado pela cor da amostra úmida centrada na notação Munsell 2.5YR 3/4. Os teores de ferro total contudo, em torno de 12% apenas, fazem supor uma menor contribuição do diabásio.

### 5.1.3 - Clima

A análise do clima foi efetuada com base nos dados fornecidos pela Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas.

No quadro 2 são apresentados os valores médios de temperatura e precipitação mensais, medidos no posto meteorológico da Estação Experimental.

Quadro 2. - Precipitação e temperatura médias mensais registradas na Estação Experimental de Limeira (1940-1971)

MÊS	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (°C)
Janeiro	240	22,6
Fevereiro	209	22,5
Março	168	22,0
Abril	62	20,1
Maiο	48	18,1
Junho	35	16,9
Julho	21	16,7
Agosto	28	18,6
Setembro	59	20,1
Outubro	133	20,8
Novembro	149	21,4
Dezembro	223	21,9
Ano	1375	20,1

Observa-se que o mês mais frio é julho,  $16,7^{\circ}\text{C}$ , enquanto que o mais quente é o de janeiro,  $22,6^{\circ}\text{C}$ .

A temperatura média anual é  $20,1^{\circ}\text{C}$  e a diferença entre a temperatura média de verão e a do inverno é inferior a  $5^{\circ}\text{C}$ .

A distribuição pluviométrica segue o regime típico das zonas tropicais de baixa altitude, ou seja verão chuvoso e inverno seco. A sucessão de períodos chuvosos e secos é nítida, marcando claramente duas estações, uma seca de inverno, 27% das precipitações, que se alonga de abril a setembro apresentando dois meses com precipitação inferior a 30 mm, julho e agosto, e outra chuvosa de verão, que se estende de outubro a março, durante a qual caem 73% das precipitações.

Os dados dos valores médios da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica apresentados, permitem identificar o clima da Estação Experimental, segundo o sistema internacional de Köppen, como sendo do tipo Cwa ou seja mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a  $18^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais quente ultrapassa  $22^{\circ}\text{C}$ . O total das chuvas do mês mais seco não ultrapassa a 30 mm.

O balanço hídrico foi efetuado pelo método de Thornthwaite (Figura 4).

A análise da figura 4 indica várias fases distintas:

- a) Um período que se estende de dezembro a início de abril no qual a precipitação excede em 419 mm a água necessária ao consumo de plantas,
- b) Um período que vai de abril a meados de setembro no qual a água fornecida pela precipitação é insuficiente para atender a evapotranspiração potencial, havendo então retirada de

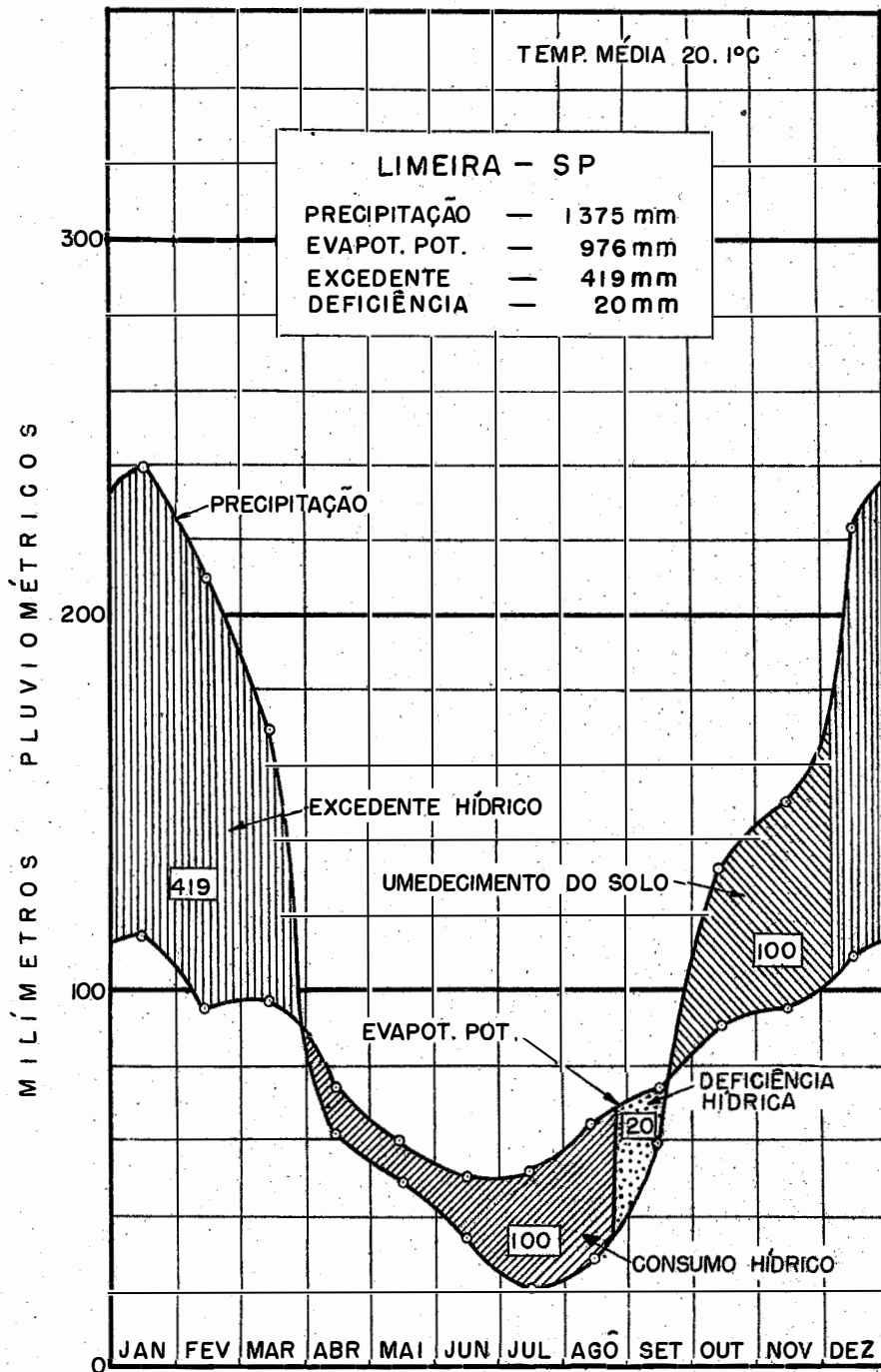


Figura 4. - Balanço hídrico anual da Estação Experimental de Limeira, segundo THORNTHWAITE 1948 (68).

água armazenada no solo para completar as exigências da evapotranspiração. Transcorre a partir do final de julho, concomitantemente, o período de deficiência hídrica. Este período de deficiência não apresenta gravidade pois não atinge valor elevado - 20 mm - e se estende por apenas dois meses, julho e agosto,

- c) com o retorno do período chuvoso, as precipitações pouco a pouco vão repondo água no solo, tornando-se em setembro superior a evapotranspiração potencial, atingindo novamente em dezembro a fase de excesso de água, reiniciando o ciclo.

Vê-se pelo exame dos elementos climáticos, que existem condições favoráveis, durante grande parte do ano, a uma pedogênese ativa. Durante parte do outono e inverno há ligeira diminuição de temperatura e a precipitação pluvial decresce bastante, contudo, a correspondente diminuição da evapotranspiração potencial, evita a existência de deficiências muito acentuadas, mantendo o ritmo da ação pedogenética em níveis ainda elevados.

Devido a inexistência de dados pedoclimáticos, usou-se para estimar a temperatura do solo as recomendações de SMITH & NEWHALL (65). Segundo esses autores pode-se admitir, com relativa segurança a temperatura do solo como igual a temperatura atmosférica menos 1°C.

Os dados permitem, portanto, enquadrar o clima da área para fins de classificação de solos como údic e isotérmico (25). Fica excluída portanto a possibilidade de ocorrência de solos das sub-ordens Torrox e Ustox.

#### 5.1.4 - Cobertura vegetal e atividade biológica



Com base em alguns poucos testemunhos remanescentes e bastante perturbados pela ação do homem, pode-se admitir como vegetação primitiva da região, a mata tropical latifoliada.

A área em estudo, apresentava-se, na ocasião da coleta de material, sob pastagem que segundo testemunho fornecido, data de 1960.

A presença de termiteiros é generalizada em toda à área tendo-se estimado em torno de 120 ninhos por hectare. Poucos foram os pontos observados nos quais não foi verificada a presença de cupim.

Observou-se também, porém com menor frequência, a presença de formigas e grilos toupeira.

O remanejamento interno nesses solos é portanto intenso.

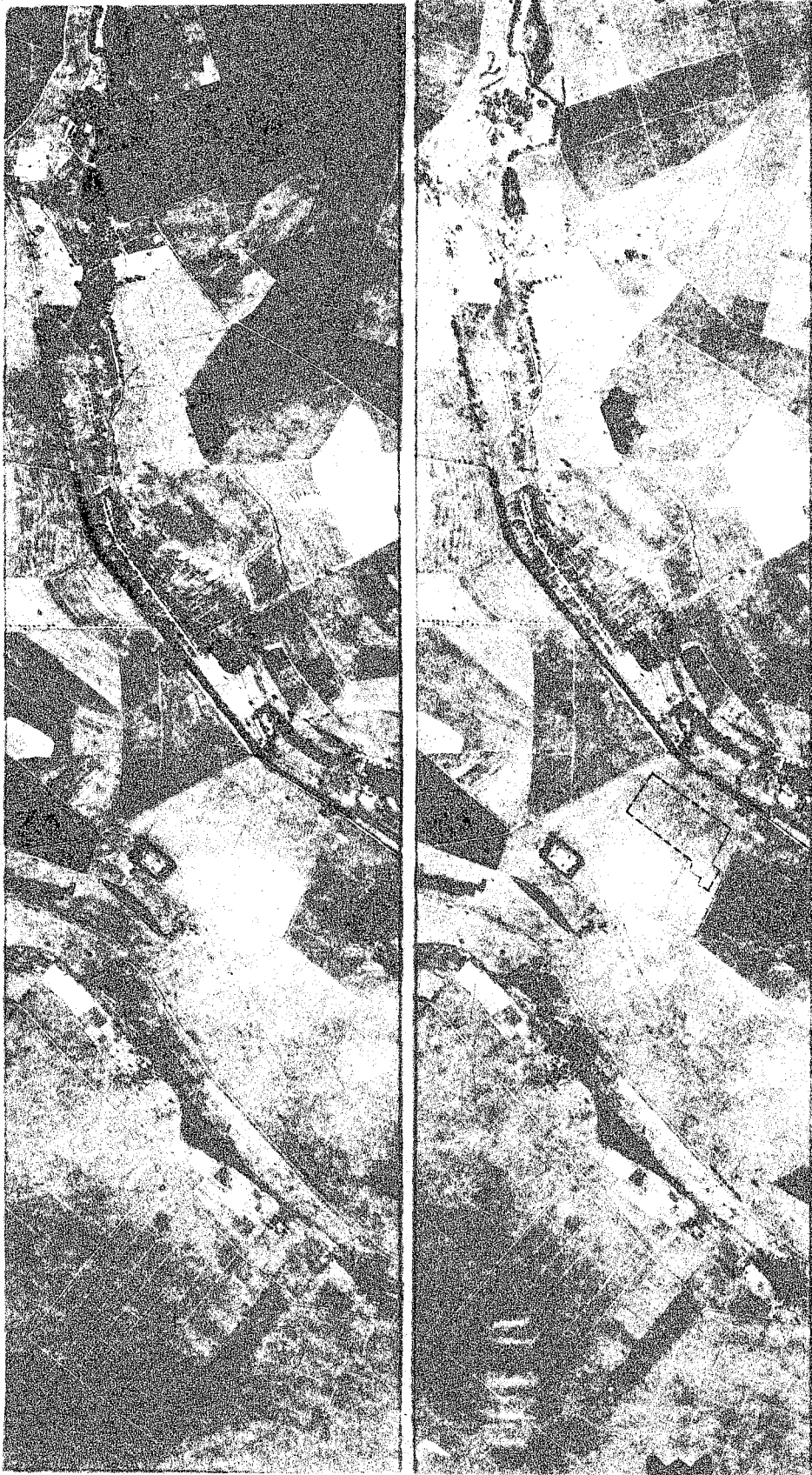
## 5.2 - Área-2 (Estação Experimental de Ribeirão Preto)

### 5.2.1 - Relevo

A região situa-se próxima a borda leste do Planalto Ocidental, em pleno domínio das rochas básicas, nas quais os rios consequentes esculpíram um relevo onde predominam superfícies suavizadas, colinosas; entre as quais sobressaem testemunhos tabuliformes, como formações isoladas, ou ainda sob a forma de plataformas interfluviais, amplas e contínuas (49).

A área em estudo, especificamente, situa-se no terço médio de vertente, apresentando declividade de 6 a 8% (Figuras 2 e 4).

### 5.2.2 - Geologia e Material de Origem



O mapa geológico do Estado de São Paulo (62) indica para todo o município de Ribeirão Preto e circunvizinhanças a ocorrência de basalto. OLIVEIRA & CARVALHO (49) contudo, assinalam a existência de camadas areníticas intercalares, fato que se ajusta, a ocorrência de solos arenosos mapeados pela Comissão de Solos (63) no município.

Na área em apreço os solos apresentam coloração da amostra úmida 2,5YR 3/4, textura argilosa com um máximo de 5% de areia grossa e teores de ferro total, sempre superiores a 20% (50), excluindo a possibilidade de contribuição de outro material de origem que não o basalto. OLIVEIRA & MONIZ (50), contudo, assinalam próximo e a montante da área em estudo, a ocorrência de solos pouco espessos, assente sobre blocos de basalto desarestados e sem justaposição cerrada, com muito material terroso entre as fendas, ao invés de um contacto lítico bem pronunciado, como soe acontecer normalmente na passagem das rochas básicas para o "solum". Por este motivo, os citados autores admitem, a existência na área, de material coluvial resultante de remanejo a curta distância proveniente de material oriundo de basalto.

### 5.2.3 - Clima

A análise do clima foi efetuada com dados fornecidos pela Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas.

O quadro 3 apresenta respectivamente os valores médios de temperatura e precipitação mensais medidos no posto meteorológico da Estação Experimental.

Quadro 3. - Precipitação e temperatura médias mensais registradas na Estação Experimental de Ribeirão Preto (1943-1971).

MÊS	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (°C)
Janeiro	280	23,3
Fevereiro	215	23,3
Março	171	22,9
Abril	61	21,3
Maio	45	19,2
Junho	27	18,2
Julho	18	18,3
Agosto	15	20,5
Setembro	40	22,6
Outubro	131	23,0
Novembro	161	23,1
Dezembro	<u>256</u>	<u>23,2</u>
Ano	1420	21,6

Observa-se no quadro 3 que o mês mais frio é o de junho, 18,2°C, enquanto que os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, ambos apresentando 23,3°C de temperatura média mensal.

A temperatura média anual é de 21,6°C e a diferença entre a média da temperatura do verão e a do inverno é inferior a 5°C.

COSTA & GODOY (20) verificaram em estudo realizado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, em solos desnudos e semelhantes aos da área em estudo, que a amplitude térmica entre as médias do verão e do inverno, a 50 cm é inferior a 5°C.

A distribuição pluviométrica segue, como na Área-1, o regime típico das zonas tropicais de baixa altitude com in-

vernos secos e verões chuvosos, pois 77% das precipitações caem na primavera e verão e apenas 23% no outono e inverno.

Os dados dos valores médios da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica apresentados, permitem identificar o clima da área segundo o sistema internacional de Köppen como AW: clima tropical com verão chuvoso e inverno seco, sem nenhuma média mensal inferior a 18°C e com precipitação pluviométrica do mês mais seco inferior a 30 mm e temperatura do mês mais quente superior a 22°C.

A figura 6 mostra o diagrama do balanço hídrico segundo THORNWAITE (68).

Observa-se pelo mesmo que o período de excesso de água no solo se inicia em meados de dezembro estendendo-se até abril.

De março a outubro a evapotranspiração potencial supera a precipitação ocorrendo então a fase de retirada de água armazenada no solo para completar as necessidades da evapotranspiração. A partir do final de julho transcorre concomitantemente o período de deficiência hídrica, 107 mm, que se estende até final de setembro.

Com o retorno do período chuvoso em outubro, a precipitação pluviométrica volta a superar a evapotranspiração.

As condições climáticas da área permitem considerá-la para fins de classificação, da mesma forma que a Área-1 como údico e isotérmica, e excluir a possibilidade de ocorrência de solos das sub-ordens Torrox e Ustox.

#### 5.2.4 - Cobertura vegetal e atividades biológicas

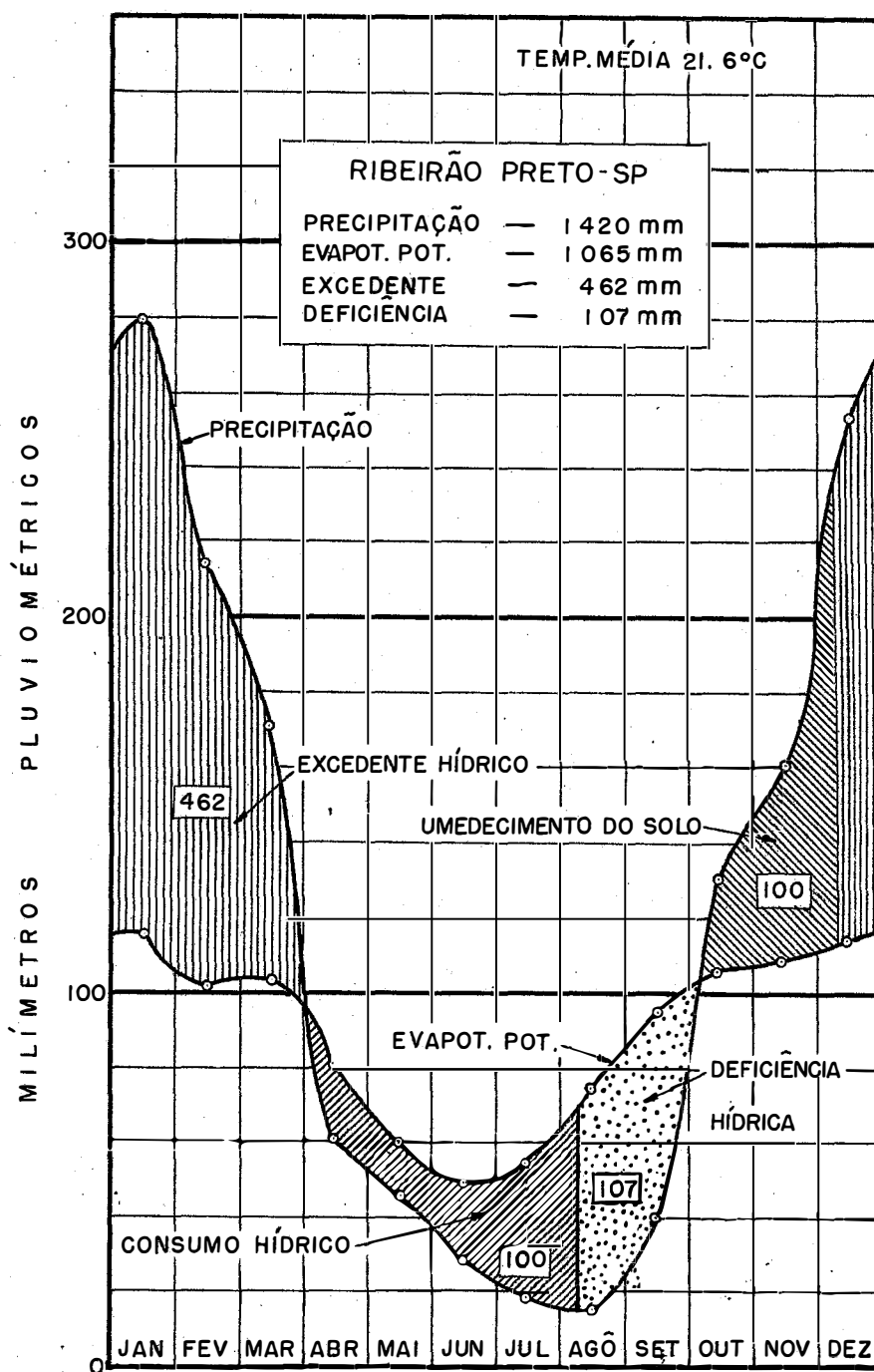


Figura 6. - Balanço hídrico anual da Estação Experimental de Ribeirão Preto segundo THORNTHWAITE (1948) (68).

Da mesma forma que na área anterior, a cobertura vegetal primitiva desta região encontra-se quase que totalmente ausente, pelos testemunhos existentes, pode-se assegurar ter sido a mata tropical latifoliada.

A área em estudo achava-se por ocasião da coleta de material em pasto e segundo as informações obtidas, data de 1960.

Observou-se em muitos pontos a ocorrência de termítas e em alguns, formigas e minhocas.

## 6. - RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

### 6.1 - Área-1

#### 6.1.1 - Características morfológicas

Os solos da Área-1 apresentaram grande uniformidade nas características morfológicas, especialmente no B óxico. A-  
chou-se por este motivo, desnecessário apresentar os dados morfológicos de todos os pontos amostrados, limitando-se tão somente na apresentação das descrições morfológicas das trincheiras de 100 cm de profundidade e dos valores modais e respectivas variações encontradas em cada uma das características estudadas considerando-se o conjunto dos pontos observados.

Todos os pontos amostrados apresentaram textura "de campo", argilosa na camada superficial, com teores de argila superiores a 40% e muito argilosa para a camada subsuperficial com porcentagem de argila superior a 60%. Nas trincheiras de 100 cm de profundidade as camadas intermediárias apresentaram também textura muito argilosa, com exceção do ponto 31 no qual a textura da camada b foi considerada apenas como argilosa. A porcentagem de areia grossa, em todas as amostras, foi pequena, enquanto os teores de areia fina, em geral, foram ligeiramente superiores aos do limo quer na camada superficial como na subsuperficial.

Uma das principais características dos solos pertencentes ao Grande Grupo Latossolo Vermelho Escuro-orto é a pequena diferença de cor através e entre perfis (63, 38). O matiz de todo o perfil é predominantemente 2,5YR nas amostras úmida, úmida amassada ou seca, ocorrendo pequenas variações na relação valor/croma. A amostra seca triturada contudo, apresentou a cor centrada no matiz 5YR.



As pequenas diferenças de cor, visualmente aparentes quando feita a comparação direta de amostras, nem sempre foram perfeitamente identificadas na tabela Munsell, já que a mesma não se mostra satisfatória nesses casos.

A cor modal e as respectivas variações nas camadas superficial e subsuperficial para as amostras úmida, úmida amassada, seca e seca triturada, estão relacionadas no quadro 4.

As variações de cores observadas nos vários níveis de umidade apesar de atingirem uma umidade em valor, em croma e mesmo em matiz, não foram consideradas suficientes para servir de critério diferencial de classe, já que BENNEMA & CAMARGO (6) assinalam de maneira geral para horizontes B latossólicos, com baixo conteúdo de ferro, uma variação de matiz entre 2.5YR a 10YR, sem estar associada com outras características do solo.

Com relação a cor, os solos analisados apresentaram, portanto, pequena variação tanto horizontal como verticalmente.

A estrutura da camada superficial apresentou-se em 60 dos 74 pontos observados, como granular pequena e média fraca. As variações encontradas foram descritas como: granular pequena e média moderada; granular média e pequena fraca/moderada; granular média e pequena moderada; granular pequena fraca.

Todos os pontos observados apresentaram-se apédicos e bastante porosos a partir de 40-50 cm, mantendo-se assim até a base das trincheiras de 100 cm.

A estrutura das camadas intermediárias, b e c seguiu o padrão comum do Latossolo Vermelho Escuro-orto, ou seja permanência de características estruturais na camada imediatamente abaixo da superficial e padrão apédico "in situ" imediatamente acima da camada subsuperficial.

Quadro 4. - Cor modal das camadas superficial e subsuperficial a vários níveis de umidade e suas respectivas variações.

Camada	Condição de umidade da amostra	Cor Modal	Nº de pontos observados	Variações
Superficial	úmida	2,5YR 3/3	62	3/4; 3,5/4; 4/4; 3/5
	seca	2,5YR 4/6	65	4/7; 4/8; 3,5YR 4/6
	úmida amassada	2,5YR 4/4	63	3,5/4; 4/4,5; 3YR 4/4
	seca triturada	5YR 4/8	65	4/7; 4,5/7; 4/6,5; 4YR 4/8
Subsuperficial	úmida	2,5YR 3/5	60	3/4; 3/4,5; 3,5/4; 3/6
	seca	2,5YR 4/8	67	5/7; 5/7,5; 5/8
	úmida amassada	2,5YR 4/4	71	3/5; 4/4,5; 3YR 4/4
	seca triturada	5YR 5/6	65	4/7; 5,5/6; 4YR 5/6; 4/6

Verticalmente, as variações verificadas em todos os pontos são normais e características da unidade, enquanto que horizontalmente houve grande homogeneidade, não sendo portanto, possível utilizar esta característica como critério diferencial de classe, nesta área.

A consistência da amostra seca da camada superficial apresentou-se ligeiramente dura em 65 pontos e dura nos demais. A camada subsuperficial apresentou sempre consistência macia.

A consistência da amostra úmida da camada superficial apresentou-se como friável em 70 pontos e como firme nos restantes, enquanto que na camada subsuperficial apresentou-se em 70 pontos como muito friável e em 4 como friável, apenas.

Em todas as camadas superficiais a consistência da amostra molhada foi plástica, em 68 foi pegajosa e em 6 ligeiramente pegajosa. Na camada subsuperficial em 72 pontos foi plástica e em 2 ligeiramente plástica, em 65 ligeiramente pegajosa, e pegajosa nos pontos restantes.

A consistência das camadas intermediárias, apresentou-se macia ou ligeiramente dura, muito friável a friável, plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa.

Com respeito a consistência observa-se, também, que a variação vertical apresentada é normal e própria do grande grupo Latossolo Vermelho Escuro-orto, enquanto que horizontalmente as variações foram de pequena amplitude, não permitindo, portanto, utilizar-se esta característica como critério diferencial de classe.

As descrições morfológicas das trincheiras de 100 cm de profundidade são apresentadas a seguir:

Ponto 7

- a) (0-25 cm); bruno avermelhado escura (2,5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhada (3YR 4/4 úmida amassada) vermelha para vermelho-amarelada (3YR 4/6 seca), vermelho-amarelada (5YR 4/8 seca triturada); argilosa; granular pequena e média moderada; poros muito pequenos e pequenos abundantes; dura, friável, plástica, e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- b) (25-44 cm); bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmida), bruno avermelhada escura (3YR 3,5/4 úmida amassada); vermelha para vermelho-amarelada (3,5YR 4/6 seca); vermelho amarelada (5YR 4/7 seca triturada); muito argilosa, maciça porosa que se rompe em granular média e pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- c) (44-80 cm); bruno avermelhado-escuro para vermelho - escuro (2,5YR 3/5 úmida), idem (úmida amassada), vermelha (2,5YR 5/7 seca), vermelho-amarelada para vermelha (4YR 5/6 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena (pó de café), poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa.
- d) (80-100 cm); idêntida a anterior; separação arbitrária entre as camadas.

Ponto 8

- a) (0-27 cm); bruno-avermelhado-escuro, para vermelho escuro acinzentado (2,5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhada (3YR 4/4 úmida amassada), vermelha para vermelho-amarelada

(3,5YR 4/6 seca), vermelho amarelada (5YR 4/8 seca triturada); argilosa; granular pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

b) (27-50 cm); bruno avermelhado-escuro para vermelho escuro acinzentada (2,5YR 3/3 úmida), bruno avermelhada (3YR 4/4 úmida amassada); vermelha para vermelho-amarelada (3,5YR 4/6 seca); vermelho amarelada (5YR 4/6,5 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular média, fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável para muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

c) (50-80 cm); vermelho-escuro (2,5YR 3/5 úmida), bruno-avermelhada (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 5/8 seca) vermelho-amarelada para vermelha (4YR 4/6 seca triturada), muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena, poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

d) (80-100<sup>+</sup> cm); idêntica a anterior; separação arbitrária entre as camadas.

#### Ponto 31

a) (0-30 cm); bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhada (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/6 seca), amarelo-avermelhada (5YR 4/8 seca triturada); argilosa; granular pequena e média moderada; poros muito pequenos comuns e pequenos poucos; dura,

firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

- b) (30-55 cm); bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3,5/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/7 seca), amarelo-avermelhada (5YR 4/8 seca triturada); argilosa; subangular pequena fraca e granular pequena fraca, poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
- c) (55-85 cm); vermelho-escuro (2,5YR 3/5 úmida), bruno-avermelhada (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 5/8 seca) vermelho-amarelada para vermelha (4YR 4/6 seca triturada), muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
- d) (80-100<sup>+</sup> cm); cor, textura, porosidade e consistência idêntica as da camada anterior; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena (pó de café).

#### Ponto 48

- a) (0-30 cm); bruno-avermelhada (2,5YR 4/3 úmida), bruno-avermelhada (3YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/6 seca), vermelha para vermelho-amarelada (5YR 4/8 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- b) (30-55 cm); bruno-avermelhada (2,5YR 4/4 úmida), bruno-avermelhada (3YR 4/3 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/7

seca), vermelha para vermelho amarelada (5YR 4/8 seca triturada); muito argilosa; granular pequena fraca; macia, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

c) (55-78 cm); bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4 úmida), bruno-avermelhado (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/5 seca), vermelho-amarelado (5YR 4/7 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena fraca e pouco granular média fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

d) (78-100<sup>+</sup> cm), cor, textura, porosidade e consistência idênticas as da camada anterior; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena (pó de café).

#### Ponto 62

a) (0-28 cm); bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/3 úmida), bruno avermelhado (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/6 seca), vermelho-amarelado), vermelha (2,5YR 4/6 seca), vermelho-amarelado (5YR 4/6,5 seca triturada); argilosa; granular média e pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

b) (28-48 cm); bruno-avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmida), bruno-avermelhado (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/7 seca), vermelho-amarelado (5YR 4,5/7 seca triturada), muito argilosa; granular média fraca e subangular pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável, plás-

tica e pegajosa; transição difusa e plana.

- c) (48-80 cm); bruno avermelhado escura para vermelho escura (2,5YR 3/5 úmida), bruno escura (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 5/7,5 seca), vermelho-amarelada (5YR 5/6 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena (pó de café); poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, plástica e pegajosa.
- d) (80-100<sup>+</sup> cm); idêntica a camada anterior, separação arbitrária entre as camadas.

### Ponto 73

- a) (0-26 cm); bruno avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhado (2,5YR 4/4 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/6 seca), vermelho amarelado (5YR 4/8 seca triturada); argilosa; granular pequena e média fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; dura, friável, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- b) (26-50 cm); bruno avermelhado escura (2,5YR 3/4 úmida), bruno avermelhado (2,5YR 4/5 úmida amassada), vermelha (2,5YR 4/7 seca); vermelho-amarelado, vermelha (2,5YR 4/7 seca); vermelho-amarelado (5YR 5/7 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular média fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
- c) (50-80 cm); bruno avermelhado escura para vermelho-escuro (2,5YR 3/5 úmida); bruno escura (2,5YR 4/5 úmida amassada), vermelha (2,5YR 5/6 seca), vermelho-amarelado



(5YR 4/7 seca triturada); muito argilosa; maciça porosa que se rompe em granular muito pequena (pó de café); poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

d) (80-100<sup>+</sup> cm); idêntica a camada anterior; separação arbitrária entre as camadas.

As descrições e dados apresentados mostram haver grande homogeneidade horizontal das características morfológicas.

As variações existentes, um pouco mais pronunciadas na camada superficial são de pequena amplitude e portanto de pouca importância para permitir utilizá-las como característica diferencial na definição de fase de série.

A uniformidade das características morfológicas da camada subsuperficial, naturalmente, não permitiu a eleição de nenhum critério diferencial mesmo ao nível de família.

A homogeneidade verificada inicialmente apenas em termos de características externas do solo e dos elementos da paisagem local é ratificada em relação aos indivíduos solos que compõem a área estudada, identificados sob o aspecto puramente morfológico.

Utilizando-se, portanto, somente características morfológicas como critério diferencial de classe, a área em estudo apresenta-se com grande homogeneidade indicando a existência de apenas uma unidade de solo, morfológicamente correlacionável com o Latossolo Vermelho Escuro-orto definido pela Comissão de Solos (63) ou com a sub-ordem Ortos da classificação americana (25).

Os dados morfológicos permitem ainda, excluir os grandes grupos Sombriortox e Gibbsiortox.

#### 6.1.2 - Características químicas e físicas

No quadro 5 estão relacionadas as características químicas e físicas correspondentes a cada ponto amostrado, assim como a respectiva classificação ao nível de grande grupo.

Os dados referentes a argila natural foram omitidos uma vez que em todos os pontos o valor obtido para a camada d foi inferior a 5%.

Os teores de carbono pouco elevados na camada a e baixos na camada d, permitem com segurança admitir-se a ausência de solos da sub-ordem Humox.

Estes dados aliados àqueles fornecidos pelo clima e pela morfologia, vistos anteriormente, permitem classificar os solos da área como pertencentes à sub-ordem Ortox.

Entre os Ortox, valores de carbono superiores a 1% em todas as camadas até 75 cm de espessura definem a sub-ordem Umbriortox. Este critério foi utilizado apenas nas trincheiras de 100 cm visto que nos outros pontos, coletou-se apenas material superficial e em profundidade superior a 75 cm.

Observa-se pelo quadro 5 que apenas no ponto 65 o carbono acusou nível suficiente para satisfazer as exigências de Umbriortox. O valor de retenção de cations inferior a 1,5 e.mg/100 g de argila, contudo, exclui a possibilidade de tratar-se deste grande grupo.

Com respeito ao pH, observa-se que nenhum ponto acusou pH em KCl superior ao pH em água indicando não haver ex-

Quadro 5. - Características químicas e físicas das amostras da Área - 1 e respectiva classificação ao nível de grande grupo

Ponto	Cana- da	pH		Bases trocáveis					CFC		V m <sup>(3)</sup>	Comp. granulométrica		Const. umid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )		Arg.	Limo	Ar.F.	Ar.G.		1/3 atm.	15 atm.	
e.mg/100 g																			
%																			
1	a	1,57	5,3	1,5	0,4	0,10	2,0	1,1	8,6	16,5	23	35	52	16	24	8	27,7	19,0	Haplortox
	d	0,67	5,4	1,2	0,3	0,05	1,6	tr	6,4	10,2	25	-	63	10	21	6	28,6	20,9	Haplortox
2	a	1,71	5,0	0,9	0,3	0,11	1,3	2,2	11,1	20,9	12	63	53	16	23	8	28,6	19,2	Haplortox
	d	0,80	5,0	0,5	0,1	0,03	0,6	1,1	7,1	10,9	8	65	65	9	20	6	28,1	20,5	Haplortox
3	a	1,49	5,0	0,9	0,3	0,11	1,3	1,5	8,8	16,3	15	54	54	17	22	7	27,6	19,2	Acrortox
	d	0,72	5,2	0,5	0,1	0,06	0,7	tr	5,6	8,8	13	-	64	10	21	5	27,4	20,5	Acrortox
4	a	1,63	4,9	0,5	0,3	0,09	0,9	1,9	9,1	16,5	10	68	55	16	22	7	29,0	19,3	Haplortox
	d	0,76	5,1	0,6	0,1	0,07	0,8	0,5	6,4	9,8	13	38	65	10	20	5	28,1	21,0	Haplortox
5	a	1,77	5,1	1,5	0,5	0,15	2,2	1,4	10,2	20,4	22	39	50	19	23	8	26,7	19,1	Acrortox
	d	0,67	5,1	0,7	0,1	0,07	0,9	tr	5,8	8,9	16	-	65	9	21	5	26,9	21,0	Acrortox
6	a	1,45	4,8	0,7	0,2	0,09	1,0	4,9	8,4	14,5	12	66	58	13	22	7	26,2	19,9	Acrortox
	d	0,68	5,3	0,6	0,1	0,04	0,7	tr	6,4	9,8	11	-	65	8	21	6	27,0	20,8	Acrortox
7	a	1,58	4,9	0,8	0,4	0,16	1,4	1,7	10,7	18,8	13	55	57	12	24	7	27,4	20,1	Acrortox
	b	1,00	4,9	0,5	0,1	0,11	0,7	1,3	7,1	11,5	10	65	62	10	22	6	27,1	20,5	Acrortox
	c	0,71	5,3	0,7	0,2	0,05	1,0	tr	5,7	9,2	18	tr	62	8	24	6	27,5	20,1	Acrortox
	d	0,59	5,2	0,5	0,1	0,08	0,7	tr	5,3	8,5	13	tr	62	10	23	5	27,8	20,5	Acrortox
8	a	1,67	4,8	0,6	0,1	0,12	0,8	2,2	9,8	19,6	8	70	50	20	22	8	28,3	19,1	Acrortox
	b	1,22	4,8	0,7	0,1	0,07	0,9	2,2	9,0	15,0	10	70	60	13	21	6	26,7	20,4	Acrortox
	c	0,96	5,1	0,9	0,1	0,05	1,1	1,3	7,7	12,0	14	54	64	9	21	6	27,4	20,1	Acrortox
	d	0,72	5,0	0,6	0,1	0,07	0,8	0,7	6,2	9,7	13	55	64	10	21	5	29,3	21,0	Acrortox

Quadro 5. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis				CTC		V m <sup>(3)</sup>	Comp. granulométrica		Const. umid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )		( <sup>2</sup> )	Arg. Limo	Ar. F. Ar. G.	1/3		15	atm.	atm.
9	a	1,82	5,0	0,4	0,10	2,0	1,5	10,6	20,4	19	43	52	18	22	8	28,2	23,6	Acrortox
	d	0,67	5,3	0,1	0,03	0,8	tr	5,8	8,9	14	tr	65	10	20	5	28,6	24,0	
10	a	1,73	4,9	0,3	0,10	1,2	1,9	10,2	17,8	12	61	57	17	20	6	28,9	19,6	Haplortox
	d	0,71	5,2	0,1	0,04	0,5	0,6	6,3	9,7	8	55	65	10	20	5	29,2	21,3	
11	a	1,84	5,1	0,7	0,10	2,4	1,4	12,5	24,0	19	36	52	20	21	7	27,9	20,0	Haplortox
	d	0,87	5,4	0,5	0,04	1,7	tr	7,1	10,9	23	tr	64	12	19	5	28,5	20,3	
12	a	1,69	4,6	0,2	0,10	0,8	1,6	10,2	18,7	8	67	56	15	22	7	28,2	19,6	Acrortox
	d	0,93	5,0	0,1	0,04	0,4	tr	5,6	8,4	7	tr	67	10	19	4	28,1	21,3	
13	a	1,71	4,8	0,3	0,10	1,0	2,0	9,5	16,1	10	67	59	12	22	7	27,4	19,5	Acrortox
	d	0,72	5,0	0,1	0,07	0,8	tr	4,8	7,1	17	tr	68	6	21	5	27,9	20,9	
14	a	1,48	4,5	0,1	0,13	0,6	2,4	9,2	15,3	7	80	60	11	23	6	27,6	19,2	Acrortox
	d	0,73	5,6	0,0	0,04	0,3	0,6	5,5	8,3	5	67	66	7	22	5	27,2	20,5	
15	a	1,79	5,0	0,4	0,12	1,3	1,8	11,2	23,8	12	59	47	20	24	9	29,9	18,7	Haplortox
	d	0,82	5,1	0,1	0,04	0,6	0,9	7,4	11,2	8	60	66	8	20	6	28,1	20,7	
16	a	1,48	5,1	0,4	0,31	1,7	1,1	10,3	18,3	17	39	56	16	22	6	28,9	19,8	Haplortox
	d	0,71	5,3	0,1	0,07	0,7	0,5	7,4	10,9	9	42	68	8	19	5	28,8	20,9	
17	a	1,65	4,8	0,2	0,08	1,0	1,8	10,3	17,5	10	65	59	15	21	6	28,3	20,2	Acrortox
	d	0,62	5,1	0,1	0,11	0,5	tr	5,4	8,2	9	-	66	10	20	5	28,1	21,5	
18	a	1,71	5,2	0,6	0,30	2,7	tr	10,0	18,5	27	-	54	20	21	6	27,8	23,4	Haplortox
	d	0,66	5,4	0,2	0,05	1,1	tr	5,6	8,4	20	-	67	9	19	4	27,7	23,8	
19	a	1,73	4,9	0,3	0,14	1,3	1,9	10,9	21,4	12	59	51	20	23	6	28,1	20,5	Haplortox
	d	0,80	5,2	0,2	0,08	1,2	tr	6,9	10,3	17	-	67	10	19	4	28,4	21,5	
20	a	1,81	4,9	0,4	0,15	1,4	2,0	11,9	22,0	12	59	54	18	21	7	28,7	20,5	Acrortox
	d	0,74	5,0	0,1	0,08	0,7	tr	7,0	10,6	10	-	66	9	21	4	27,7	21,5	

Quadro 5. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis				CTC		V m <sup>(3)</sup>	Arg. Limo Ar.F. Ar.G.	Const. umid.		Classif.					
		C	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )			( <sup>2</sup> )	1/3		15				
				e.mg/100 g															
		KCl																	
		IN																	
21	a	1,71	4,7	0,5	0,4	0,20	1,1	1,9	10,1	16,2	11	63	62	15	21	6	26,8	20,2	Haplortox
	d	0,64	5,0	0,6	0,1	0,08	0,8	0,5	6,1	9,0	13	38	68	8	20	4	27,2	21,4	
22	a	1,61	4,9	0,9	0,4	0,20	1,5	1,6	10,0	16,4	15	52	61	12	21	6	27,4	20,3	Haplortox
	d	0,74	4,9	0,5	0,1	0,10	0,7	0,9	7,1	11,1	10	56	64	10	20	6	28,0	20,6	
23	a	1,92	4,9	1,0	0,4	0,18	1,6	1,8	12,0	21,0	13	53	57	16	20	7	27,9	20,5	Acrortox
	d	0,67	4,9	0,5	0,2	0,09	0,8	tr	5,6	8,4	14	tr	67	10	19	5	27,6	21,3	
24	a	1,65	4,9	0,6	0,1	0,12	0,8	2,1	10,7	18,1	7	73	59	17	18	6	29,0	20,1	Acrortox
	d	0,62	5,2	0,3	0,0	0,06	0,4	tr	6,0	8,8	7	-	68	11	17	4	28,4	21,8	
25	a	1,73	4,9	0,6	0,3	0,13	1,0	2,0	11,1	19,5	9	67	57	18	20	6	30,0	20,0	Acrortox
	d	0,66	4,9	0,5	0,1	0,10	0,7	tr	5,6	8,1	13	-	69	10	17	4	28,9	21,9	
26	a	1,88	4,8	1,0	0,4	0,13	1,5	1,7	11,7	20,5	13	53	57	18	20	5	28,9	20,0	Acrortox
	d	0,63	5,3	0,6	0,1	0,08	0,8	tr	6,5	9,7	12	-	67	11	18	4	28,3	21,6	
27	a	1,79	4,6	1,0	0,4	0,13	1,5	1,8	11,0	21,1	4	55	52	21	21	7	26,9	19,5	Acrortox
	d	0,69	5,3	0,4	0,1	0,06	0,6	tr	6,0	8,7	10	-	69	9	9	4	28,2	21,4	
28	a	1,97	4,7	0,5	0,2	0,14	0,8	2,2	11,0	21,1	7	73	52	19	22	6	27,9	20,4	Haplortox
	d	0,75	5,1	0,3	0,0	0,05	0,4	0,7	6,6	10,0	6	63	66	10	20	4	28,7	21,4	
29	a	1,89	4,7	1,0	0,4	0,12	1,5	2,0	12,6	24,2	2	57	52	18	22	8	28,1	19,7	Haplortox
	d	0,86	5,0	0,5	0,1	0,06	0,7	1,4	8,2	12,6	9	67	65	8	22	6	28,0	21,0	
30	a	1,76	4,8	0,6	0,4	0,20	1,2	2,0	10,7	21,0	11	63	51	21	21	7	28,3	19,3	Acrortox
	d	0,64	5,1	0,4	0,1	0,06	0,6	tr	5,5	8,2	11	-	67	9	20	5	27,7	21,2	
31	a	1,46	4,8	0,6	0,3	0,13	1,0	1,5	8,9	15,6	11	60	57	17	21	6	27,9	20,0	Acrortox
	b	1,00	5,0	0,5	0,1	0,07	0,7	1,8	7,0	10,6	10	-	66	10	19	5	27,2	20,9	
	c	0,82	5,1	0,6	0,1	0,08	0,8	tr	6,4	9,6	13	-	67	9	20	5	28,6	21,3	
	d	0,61	5,1	0,4	0,0	0,06	0,5	tr	5,5	8,2	10	-	67	10	19	4	29,5	21,9	

Quadro 5. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis					CTC		Comp. Granulométrica			Const. umid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )	V	m( <sup>3</sup> )	Arg. Limo	Ar.F.	Ar.G.		1/3	15	
		%	%	e.mg/100 g	e.mg/100 g	e.mg/100 g	e.mg/100 g	e.mg/100 g	%	%	%	atm.	atm.	atm.	atm.		atm.		
32	a d	1,68 0,68	4,7 4,7	0,5 0,3	0,3 0,1	0,12 0,06	0,9 0,5	1,7 tr	9,8 5,9	16,8 8,5	9 8	65	58 69	18 11	19 17	5 4	28,3 29,0	19,8 21,7	Acrortox
33	a d	1,28 0,91	5,0 5,0	1,0 0,6	0,5 0,2	1,16 0,09	1,7 0,9	1,1 1,2	8,7 8,2	16,9 12,4	20 11	39 57	59 66	14 10	22 19	6 5	28,8 27,9	20,3 20,5	Haplortox
34	a d	1,52 0,65	4,7 5,0	0,4 0,2	0,2 0,0	0,13 0,06	0,7 0,3	2,3 tr	9,3 5,7	16,3 8,6	8 5	77	57 66	15 9	21 21	6 5	28,4 27,7	19,8 21,1	Acrortox
35	a d	1,67 0,63	4,7 4,8	0,7 0,2	0,2 0,0	0,12 0,06	1,0 0,3	2,0 tr	11,4 5,7	22,4 8,6	9 5	67	57 66	22 10	21 20	6 4	29,7 28,2	19,8 21,8	Acrortox
36	a d	1,87 0,65	5,0 5,2	0,8 0,3	0,3 0,1	0,10 0,05	1,2 0,5	1,7 tr	11,5 6,3	20,1 9,3	10 8	59	57 68	17 10	21 19	5 3	29,6 27,6	21,1 21,5	Acrortox
37	a d	1,76 0,67	4,8 5,1	0,5 0,3	0,2 0,0	0,08 0,02	1,0 0,3	2,2 0,6	10,7 6,4	18,1 9,6	9 5	69	59 67	14 8	20 21	6 5	28,0 27,1	20,2 21,5	Acrortox
38	a d	1,65 0,62	4,8 5,1	0,3 0,3	0,1 0,0	0,07 0,03	0,5 0,3	2,4 tr	9,5 7,0	17,6 10,1	5 4	83	54 69	20 11	20 16	6 4	28,4 27,9	19,6 21,7	Acrortox
39	a d	1,88 0,65	4,8 5,4	0,5 0,5	0,2 0,0	0,09 0,02	0,8 0,5	2,4 tr	12,4 7,0	23,4 10,4	6 7	75	53 67	21 11	21 19	5 4	29,4 29,3	20,5 21,8	Acrortox
40	a d	1,68 0,76	4,6 4,7	0,2 0,1	0,1 0,0	0,10 0,02	0,4 0,1	2,5 tr	11,4 7,4	19,0 10,9	4 1	86	60 68	16 11	20 18	5 4	28,6 29,0	20,7 20,9	Acrortox
41	a d	2,10 0,77	5,3 5,0	1,9 0,4	1,0 0,1	0,12 0,05	3,0 0,6	0,8 tr	12,2 6,8	24,9 10,1	2 1	21	49 67	23 11	22 18	5 4	29,7 29,0	21,1 21,6	acrortox
42	a d	1,87 0,64	4,7 5,1	0,5 0,3	0,3 0,0	0,13 0,02	0,9 0,3	2,0 tr	11,3 5,9	19,8 8,8	8 5	69	57 67	18 11	20 19	6 4	28,3 29,4	20,8 21,6	Acrortox
43	a d	1,97 0,67	4,7 5,0	0,6 0,3	0,4 0,0	0,15 0,03	1,2 0,3	2,0 tr	11,3 5,8	18,8 8,7	11 5	63	60 67	70 11	19 18	6 4	30,1 28,9	20,9 21,6	Acrortox

Quadro 5. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis				CTC		V m <sup>(3)</sup>	Comp. granulométrica		Const. unid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )		( <sup>2</sup> )	Arg.	Limo	Ar.F.		Ar.G.	1/3	15
%																		
e.mg/100 g																		
44	a	1,97	4,9	0,8	0,5	0,12	1,4	1,6	11,6	20,4	12	53	57	18	20	29,1	21,1	Acrortox
	d	0,64	5,1	0,3	0,0	0,03	0,3	tr	5,9	8,8	5	-	67	10	19	28,7	21,8	Acrortox
45	a	1,96	4,7	0,3	0,2	0,11	0,6	2,1	11,9	21,3	5	78	56	16	22	29,4	21,1	Acrortox
	d	0,72	5,1	0,3	0,1	0,03	0,4	tr	6,3	9,0	6	-	70	19	17	28,4	21,7	Acrortox
46	a	1,90	4,7	0,4	0,7	0,11	0,8	2,2	11,8	20,3	7	73	58	17	20	29,3	21,4	Acrortox
	d	0,66	5,0	0,3	0,4	0,03	0,4	tr	6,7	9,7	6	-	69	10	18	28,7	21,7	Acrortox
47	a	1,95	4,7	0,4	0,1	0,10	0,6	2,2	11,5	19,5	5	79	59	16	20	28,8	20,5	Acrortox
	d	0,63	5,0	0,3	0,1	0,03	0,4	tr	6,5	9,7	6	-	68	10	19	29,0	21,7	Acrortox
48	a	2,07	4,7	0,4	0,3	0,14	0,8	2,1	11,2	19,3	7	72	58	18	19	28,8	20,4	Acrortox
	b	1,22	4,8	0,3	0,0	0,05	0,4	1,6	9,3	14,1	4	80	66	12	18	28,5	21,1	Acrortox
	c	0,91	5,0	0,3	0,0	0,03	0,3	0,9	7,4	11,2	4	75	66	11	19	28,9	21,4	Acrortox
	d	0,71	5,0	0,3	0,0	0,03	0,3	tr	6,6	9,9	5	-	67	10	20	29,3	21,9	Acrortox
49	a	1,78	4,8	0,5	0,0	0,12	0,6	2,0	11,1	19,5	5	77	57	17	21	29,1	20,5	Acrortox
	d	0,67	5,1	0,3	0,0	0,04	0,3	tr	6,2	9,5	5	-	65	11	20	28,1	21,1	Acrortox
50	a	1,82	4,9	0,5	0,2	0,10	0,8	2,2	12,0	21,8	7	73	55	17	23	29,0	20,6	Acrortox
	d	0,75	4,9	0,2	0,0	0,03	0,2	tr	6,3	9,5	3	-	66	9	21	28,1	21,0	Acrortox
51	a	1,95	5,0	0,7	0,4	0,13	1,2	1,7	11,7	21,7	10	59	54	18	23	29,8	20,9	Acrortox
	d	0,67	5,1	0,5	0,1	0,03	0,6	tr	6,5	10,2	9	-	65	21	20	29,5	21,4	Acrortox
52	a	1,82	4,7	0,4	0,3	0,10	0,8	2,5	12,2	23,9	6	76	54	18	22	29,6	20,7	Acrortox
	d	0,78	5,1	0,4	0,1	0,03	0,4	tr	8,5	12,9	5	-	66	9	21	29,0	21,6	Acrortox
53	a	1,88	5,0	0,8	0,4	0,11	1,3	1,7	11,4	20,4	11	57	56	18	21	29,8	20,1	Acrortox
	d	0,66	5,3	0,4	0,1	0,03	0,5	tr	6,0	9,1	8	-	66	10	20	28,3	21,1	Acrortox
54	a	1,94	4,8	0,5	0,2	0,14	0,8	2,5	12,6	23,3	6	76	54	17	23	29,7	20,8	Acrortox
	d	0,74	5,1	0,3	0,1	0,03	0,4	0,5	7,5	11,4	5	56	66	9	21	27,8	21,0	Acrortox

Quadro 5. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis				CTC		Comp. granulométrica			Const. umid.		Classif.					
		C	H <sub>2</sub> O	KCl 1N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )	V m <sup>(3)</sup>	Arg.	Limo		Ar.F.	Ar.G.	1/3 atm.	15 atm.	
55	a	1,86	4,8	4,0	0,5	0,3	0,11	0,9	2,4	10,9	20,2	8	73	54	16	24	6	27,9	19,8	Acrertox
	d	0,75	5,1	4,5	0,4	0,1	0,04	0,5	tr	6,8	10,6	7	-	64	12	20	4	27,3	21,1	Acrertox
56	a	1,76	4,6	4,0	0,3	0,1	0,08	0,5	2,4	11,6	21,1	4	83	55	17	22	6	27,0	19,8	Acrertox
	d	0,70	4,9	4,6	0,1	0,0	0,03	0,1	tr	6,6	10,2	2	-	65	19	21	5	28,1	21,1	Acrertox
57	a	1,93	4,9	4,2	0,7	0,5	0,25	1,5	1,5	13,3	27,7	11	50	48	12	25	7	29,1	20,7	Acrertox
	d	0,77	5,0	4,6	0,3	0,2	0,07	0,6	tr	8,2	12,8	7	-	64	9	22	5	26,5	20,3	Acrertox
58	a	1,60	4,7	4,0	0,3	0,2	0,15	0,7	2,4	13,5	23,7	5	77	57	13	25	6	28,2	20,4	Acrertox
	d	0,76	5,0	4,6	0,4	0,1	0,10	0,6	tr	7,9	12,5	8	-	63	9	23	5	28,4	20,8	Acrertox
59	a	1,92	4,7	4,1	0,4	0,2	0,12	0,7	2,3	13,5	25,5	5	77	53	15	26	7	29,6	19,6	Acrertox
	d	0,67	5,0	4,6	0,3	0,0	0,03	0,3	tr	7,7	12,2	4	-	63	9	24	5	28,6	20,4	Acrertox
60	a	2,00	4,7	4,0	0,4	0,2	0,12	0,7	2,6	11,8	22,7	6	79	52	16	26	7	31,2	19,4	Acrertox
	d	0,74	5,0	4,5	0,2	0,0	0,02	0,2	0,6	5,5	8,5	4	75	65	9	22	5	27,3	20,6	Acrertox
61	a	0,88	4,9	4,1	0,5	0,3	0,17	1,0	1,7	9,2	16,1	10	63	57	15	22	7	28,1	20,1	Acrertox
	d	0,70	5,1	4,5	0,3	0,1	0,02	0,4	0,5	6,2	9,5	6	55	65	9	22	5	28,2	20,9	Acrertox
62	a	1,74	4,7	4,0	0,5	0,4	0,15	1,1	2,1	10,7	19,8	10	66	54	17	23	8	27,5	19,8	Acrertox
	b	1,23	4,6	4,2	0,2	0,1	0,11	0,4	1,7	8,0	12,9	5	80	62	10	22	5	28,5	20,8	Acrertox
	c	0,90	4,7	4,2	0,2	0,1	0,05	0,3	1,2	6,6	10,3	5	80	64	9	22	5	28,9	21,0	Acrertox
	d	0,72	4,7	4,5	0,2	0,1	0,04	0,3	tr	5,8	9,1	5	-	64	10	22	5	29,3	21,3	Acrertox
63	a	1,99	5,0	4,2	0,9	0,5	0,11	1,5	2,0	10,5	19,0	14	57	55	15	24	7	29,0	20,2	Haplortox
	d	0,88	5,2	4,5	0,4	0,0	0,03	0,4	0,8	4,9	7,5	8	66	65	8	23	5	28,6	20,7	Haplortox
64	a	2,15	4,8	4,0	0,4	0,3	0,14	0,8	2,5	12,2	23,0	7	76	53	17	23	8	27,8	19,9	Haplortox
	d	0,94	4,9	4,4	0,2	0,0	0,03	0,2	0,8	5,9	9,2	3	80	64	10	22	5	28,0	20,3	Haplortox
65	a	1,69	4,9	4,1	0,3	0,1	0,09	0,5	2,4	8,1	14,2	6	80	57	14	23	5	27,6	19,1	Acrertox
	d	1,00	5,0	4,6	0,3	0,0	0,03	0,3	0,5	4,3	6,6	7	63	65	7	23	5	28,8	20,5	Acrertox



Quadro 5. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis				C.T.C.		V	m <sup>(3)</sup>	Comp. Granulométrica		Classif.					
		H <sub>2</sub> O	LN	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(1)			(2)	Arg. Limo		Ar.F.	Ar.G.	Const. umid.	atm.	
				e. mg/100 g															
		C	KCl									1/3	15	atm.	atm.				
66	a	1,40	4,8	4,1	0,5	0,2	0,14	0,8	2,3	8,7	15,0	9	74	53	23	22	28,8	20,2	Haplortox
	d	0,96	5,0	4,5	0,2	0,0	0,03	0,2	0,8	4,7	7,2	4	80	65	8	22	28,1	20,5	
67	a	2,01	4,9	4,1	0,7	0,3	0,12	1,1	2,4	11,1	20,9	10	63	53	12	24	30,7	19,7	Acrortox
	d	0,79	5,4	4,8	0,9	0,0	0,03	0,9	tr	5,4	8,1	17	-	67	6	22	28,4	20,1	
68	a	1,69	4,8	4,1	0,3	0,2	0,12	0,6	2,9	10,2	17,0	6	83	60	13	21	28,3	19,6	Haplortox
	d	0,69	4,9	4,4	0,2	0,0	0,03	0,2	0,9	4,7	7,3	4	82	64	10	21	28,5	20,9	
69	a	1,73	4,8	4,1	0,3	0,2	0,10	0,6	2,6	10,3	18,3	6	81	56	16	22	25,9	19,5	Acrortox
	d	0,67	5,0	4,4	0,2	0,0	0,03	0,2	0,7	4,7	7,2	4	78	65	7	23	28,3	20,1	
70	a	1,84	4,9	4,1	0,4	0,3	0,10	0,8	2,3	9,7	17,3	8	74	55	16	22	28,3	19,8	Haplortox
	d	0,84	5,1	4,5	0,3	0,1	0,02	0,4	0,6	4,9	7,5	8	60	65	9	21	27,4	20,5	
71	a	1,78	4,6	4,1	0,4	0,2	0,21	0,7	2,4	9,8	16,9	7	77	58	14	22	27,2	20,0	Acrortox
	d	0,67	4,7	4,5	0,1	0,0	0,04	0,1	0,7	4,3	6,8	2	88	63	10	22	27,3	20,4	
72	a	1,96	4,7	4,0	0,4	0,3	0,12	0,8	2,6	9,7	17,0	8	76	57	14	23	29,0	20,1	Haplortox
	d	0,75	4,6	4,5	0,4	0,1	0,07	0,6	0,7	5,1	7,8	12	54	65	8	21	28,2	20,6	
73	a	2,08	4,8	4,0	0,4	0,2	0,14	0,7	2,6	10,2	18,2	7	79	56	15	23	28,3	20,6	Acrortox
	b	1,33	4,4	4,1	0,3	0,1	0,19	0,6	1,6	7,9	12,7	8	72	62	12	21	28,7	21,0	
	c	0,95	4,1	4,0	0,4	0,1	0,10	0,6	1,5	6,4	10,0	9	71	64	11	21	30,1	21,1	
	d	0,68	4,7	4,6	0,4	0,1	0,15	0,6	tr	4,2	6,5	14	-	65	11	21	31,4	21,4	
74	a	1,82	4,8	4,1	0,7	0,2	0,16	1,1	2,4	9,7	17,0	11	69	57	16	22	29,0	20,8	Acrortox
	d	0,86	5,0	4,6	0,4	0,0	0,07	0,5	tr	4,4	6,7	11	-	66	10	21	28,6	20,7	

(1) C.T.C. referente a 100 g. T.F.S.A.

(2) C.T.C. referente a 100 g argila

(3) m = Al<sup>3+</sup> 100/Al<sup>3+</sup> + S

cesso de cargas positivas em relação às cargas negativas. Os dados de argila natural, estão, portanto concordantes com os resultados de pH em KCl, visto que em nenhum ponto a argila dispersa em água da camada d foi superior a 5%.

O pH em água, com exceção da camada subsuperficial do ponto 14, apresentou sempre valores inferiores a 5,5 condição que situa esses solos na categoria dos solos ácidos.

Uma característica desses solos é apresentar aumento de pH em profundidade. Este fato só não ocorreu no ponto 41 onde se deu o inverso. Esta diferença de comportamento, foi, contudo, considerada sem expressão para efeito de classificação.

Os valores de cálcio, magnésio e potássio de todos os pontos da camada superficial são baixos segundo os índices de fertilidade adotados no Instituto Agrônomo de Campinas (17), que caracterizam esses solos como pobres em nutrientes. Este quadro se agrava na camada subsuperficial na qual esses elementos chegam a atingir níveis extremamente baixos: traços, 0,02 e 0,1 e.mg./100 g respectivamente para cálcio, magnésio e potássio.

A soma de bases, sendo a somatória desses elementos não poderia apresentar-se em melhor situação. Assim os valores máximos obtidos nas camadas superficial e subsuperficial foram respectivamente de 3,0 e 2,2 e.mg./100 g, sendo este último bastante baixo para sugerir o emprego dessa propriedade como característica diferencial de classe.

A soma de bases mais alumínio trocável referidas a 100 g de argila é utilizada pela classificação americana (24, 25) para determinar a capacidade de retenção de cations a qual serve de critério diferencial ao nível de grande grupo da ordem Oxissolo, sendo 1,5 e.mg./100 g de argila o valor que se-

para os Acrortox dos outros grandes grupos da sub-ordem Ortox. Cinquenta e três pontos apresentaram a capacidade de retenção de cations inferior a 1,5 e.mg./100 g de argila, permitindo agrupá-los com respeito a esta característica entre os Acrortox.

Com exceção do ponto 18 que acusou apenas traços de alumínio, em todos os restantes, os teores encontrados correspondentes à camada superficial, acusaram valores relativamente elevados, sempre superiores a 0,5 e.mg./100 g, portanto em níveis considerados tóxicos.

A camada subsuperficial apresentou em apenas 25 pontos, teores de alumínio igual ou superior a 0,5 e.mg./100 g.

O caráter álico dos solos foi, contudo, estimado por meio da relação  $m = \text{Al}^{3+} \cdot 100 / \text{Al}^{3+} + \text{S}$  para a camada d o qual serviu de critério diferencial de classe como foi mencionado anteriormente, tendo sido encontrados valores de "m" igual ou superior a 50 em 20 pontos.

Os baixos valores encontrados para a CTC, com um máximo de 8,5 e.mg./100 g de TFSA, traduzem a reduzida atividade desses solos, na camada subsuperficial. A pequena amplitude de variação verificada para esta propriedade não recomenda o seu emprego como característica diferencial.

A CTC da fração argila, da camada d, apresentou o valor máximo de 12,9 e.mg./100 g, bem abaixo portanto do valor limite permitido para o B óxico, que é de 22 e.mg./100 g, quando calculado pelo método da Seção de Pedologia. Todos os pontos apresentaram-se portanto, com respeito a esta propriedade, compatíveis com a definição de Oxissolos.

Todos os pontos analisados apresentaram um valor V da camada subsuperficial inferior a 26%, condicionando esses

solos à categoria dos distróficos e eliminando portanto, a possibilidade de ocorrência do grande grupo Eutrortox. Entretanto, a grande amplitude verificada, com valores máximos de 25% e mínimos de 1% na camada d, possibilitou estabelecer intervalos menos amplos e empregá-los em classes de categorias inferiores.

A classificação americana de 1970 (25) utiliza a classe de tamanho de partículas como critério diferencial ao nível de família, fazendo distinção entre tamanho de partícula e textura: enquanto a textura refere-se à fração terra fina do solo, tamanho de partícula, refere-se a distribuição granulométrica de toda a massa do solo. Devido a ausência nas amostras coletadas de frações com diâmetros superiores a 2mm, a classe de tamanho de partícula confunde-se com a textura.

Os valores de porcentagem de argila referem-se àqueles obtidos pela análise granulométrica, uma vez que em todos os pontos analisados a relação entre a água retida a 15 atmosferas e a porcentagem de argila foi inferior a 0,5.

A composição granulométrica quer da camada superficial como subsuperficial apresentou em todos os pontos analisados o mesmo padrão de distribuição de partículas, predominância absoluta da fração argila com mínimo de 47 e 62%, respectivamente, para a camada superficial e subsuperficial, reduzida contribuição da areia grossa com máximo de 9 e 6%, respectivamente, para as camadas superficial e subsuperficial, e areia fina com pequena diferença de porcentagem entre essas camadas.

A porcentagem mínima de argila determinada na camada d foi de 62%, permitindo enquadrar todos os solos analisados na classe textural muito argilosa.

A determinação da água retida a 15 atmosferas é importante do ponto de vista de classificação, para os solos per-

tencentes à ordem Oxissolo. A classificação americana (25) recomenda que para esses solos, quando a relação água retida a 15 atmosferas e porcentagem de argila for superior a 0,5, o conteúdo de argila deve ser dado pelo maior valor achado entre argila medida ou 2,5 vezes a porcentagem de água retida a 15 atmosferas de tensão.

Visto que a relação acima indicada sempre foi inferior a 0,5 o teor de argila, como já foi dito anteriormente, refere-se ao obtido na análise granulométrica.

Afora este emprego, a inclusão dessa propriedade e da água retida a 1/3 de atmosfera tem interesse apenas no tocante às considerações sobre variabilidade, já que do ponto de vista de classificação desses solos elas apresentam pequena variação quer na camada superficial ou subsuperficial.

### 6.1.3 - Características mineralógicas

No quadro 6 são apresentadas as porcentagens de caulinita e gibbsita referentes às camadas superficial e subsuperficial de alguns pontos. Observa-se por esse quadro que em todas as amostras, tanto na camada superficial como subsuperficial os teores de caulinita são sempre bem superiores aos da gibbsita, correspondendo a mais de 50% (em peso) na fração argila, fato que permite enquadrá-las na família dos solos cauliniticos.

Os valores bastante semelhantes encontrados para esses argilo-minerais nas camadas superficial e subsuperficial de cada ponto amostrado e a somatória elevada, indicam haver, com relação a mineralogia da fração fina do solo - diâmetro inferior a  $2\mu$  - grande homogeneidade vertical. A pequena variação notada entre pontos mostra, ainda, haver também, bastante

Quadro 6. - Distribuição percentual da caulinita e gibbsita na camada superficial (a) e subsuperficial (d) de alguns pontos amostrados da Área-1.

Ponto	Camada	Caulinita	Gibbsita	Soma
2	a	55,0	16,0	71,0
	d	52,0	15,7	67,7
5	a	60,0	16,0	76,0
	d	62,0	16,5	78,5
7	a	59,2	16,5	75,7
	d	63,6	17,0	80,6
8	a	63,5	17,0	80,5
	d	52,0	15,5	67,5
19	a	65,0	17,0	82,0
	d	56,5	15,0	71,5
24	a	66,5	18,2	84,7
	d	62,0	17,0	79,0
31	a	61,5	17,5	79,0
	d	63,0	17,0	80,0
36	a	61,0	14,5	75,5
	d	64,5	17,5	82,0
33	a	72,5	19,5	92,0
	d	63,5	19,5	83,0
41	a	63,0	14,2	77,2
	d	56,0	14,5	70,5
43	a	62,0	14,0	76,0
	d	58,0	16,5	74,5
48	a	70,5	15,5	86,0
	d	52,5	14,5	67,0
52	a	62,0	16,0	78,0
	d	63,0	15,7	78,7
58	a	61,5	14,5	76,0
	d	63,5	14,5	78,0
62	a	62,0	18,0	80,0
	d	63,0	18,0	81,0
73	a	59,5	14,0	73,5
	d	62,0	14,7	76,7

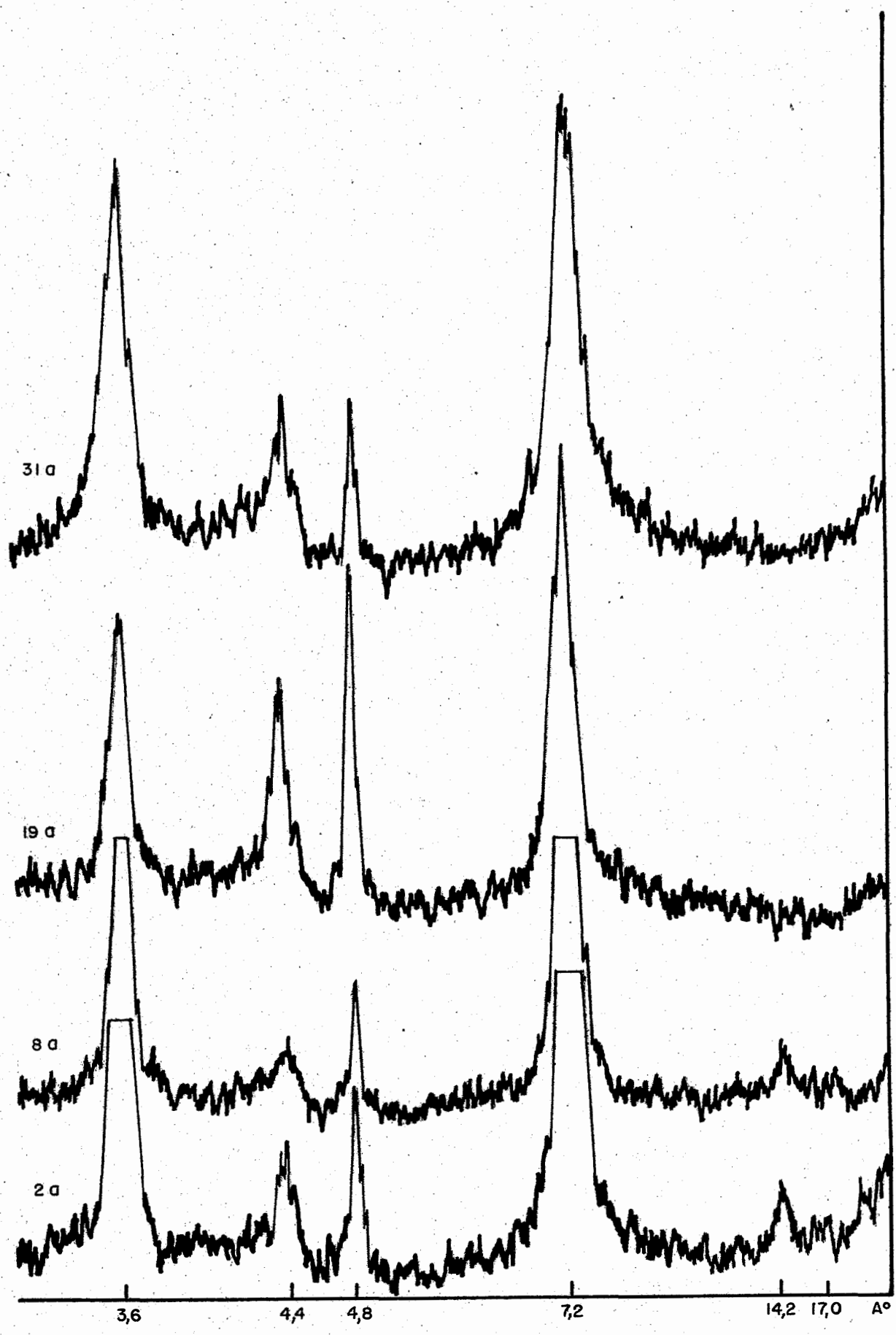


Figura 7 - Difratoogramas da fração argila de várias amostras da camada superficial. Área-1.

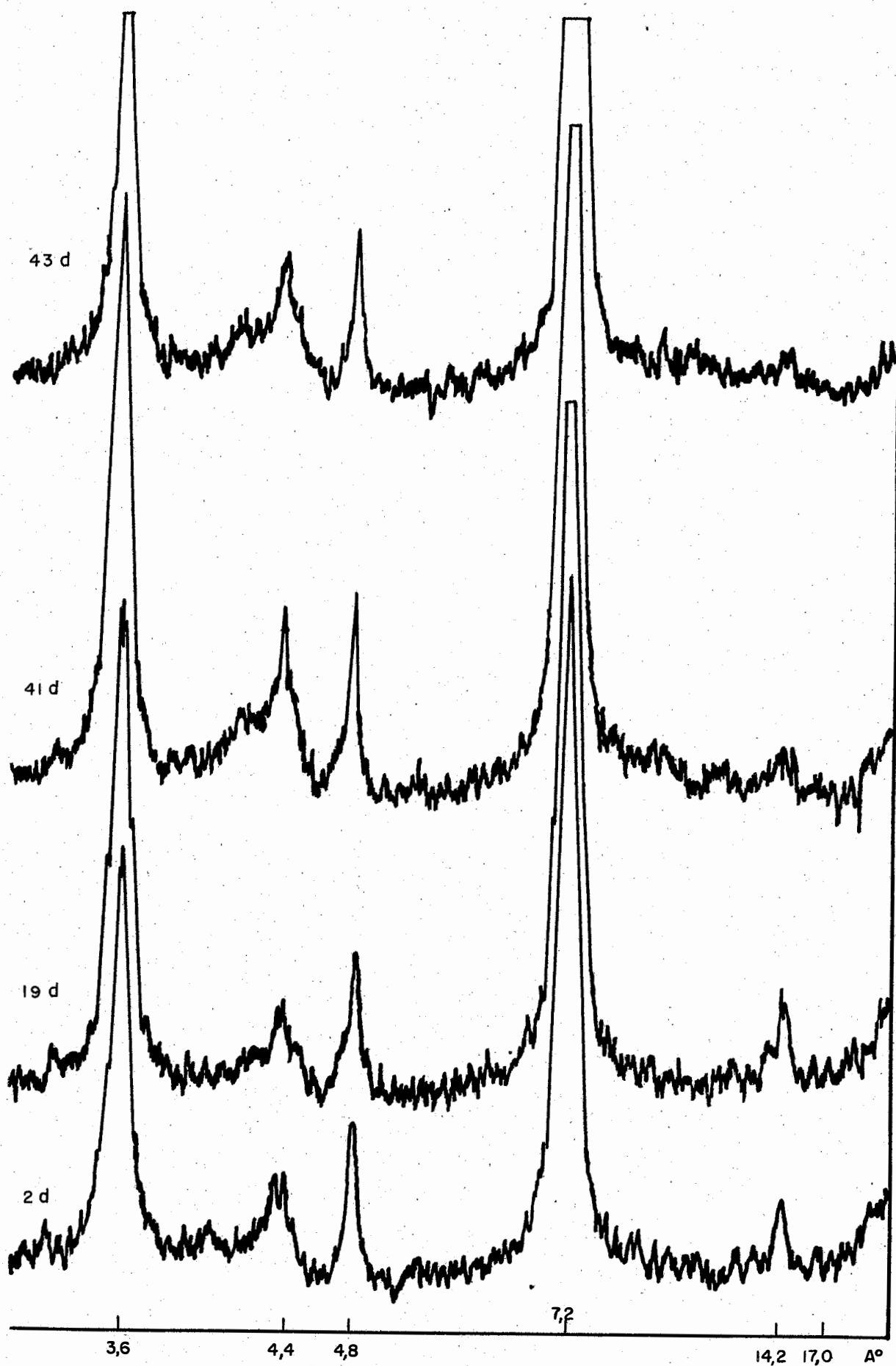


Figura 8 - Difractogramas da fração argila de várias amostras da camada subsuperficial. Área-1.



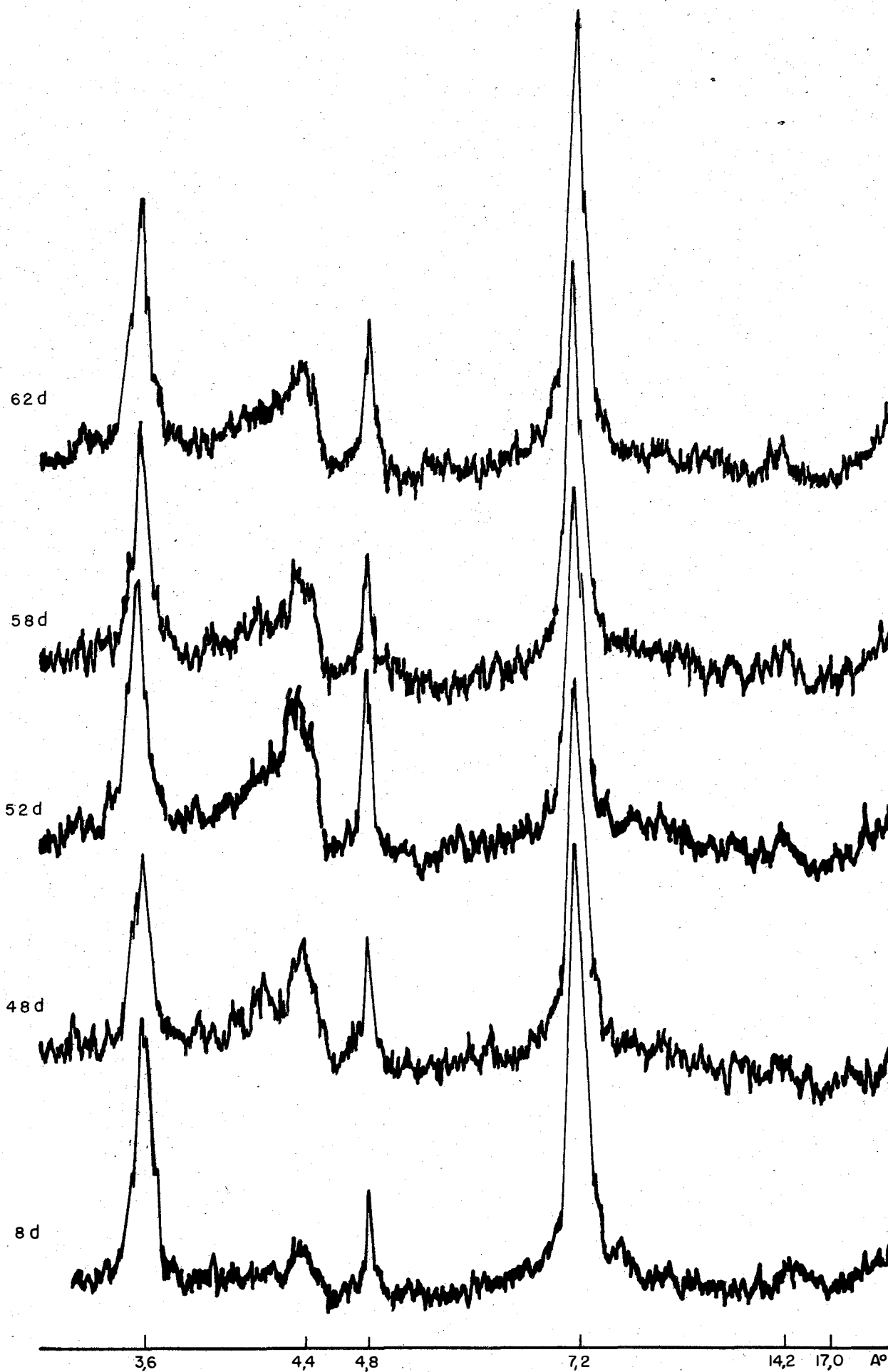


Figura 9 - Difratogramas da fração argila de várias amostras da camada subsuperficial.

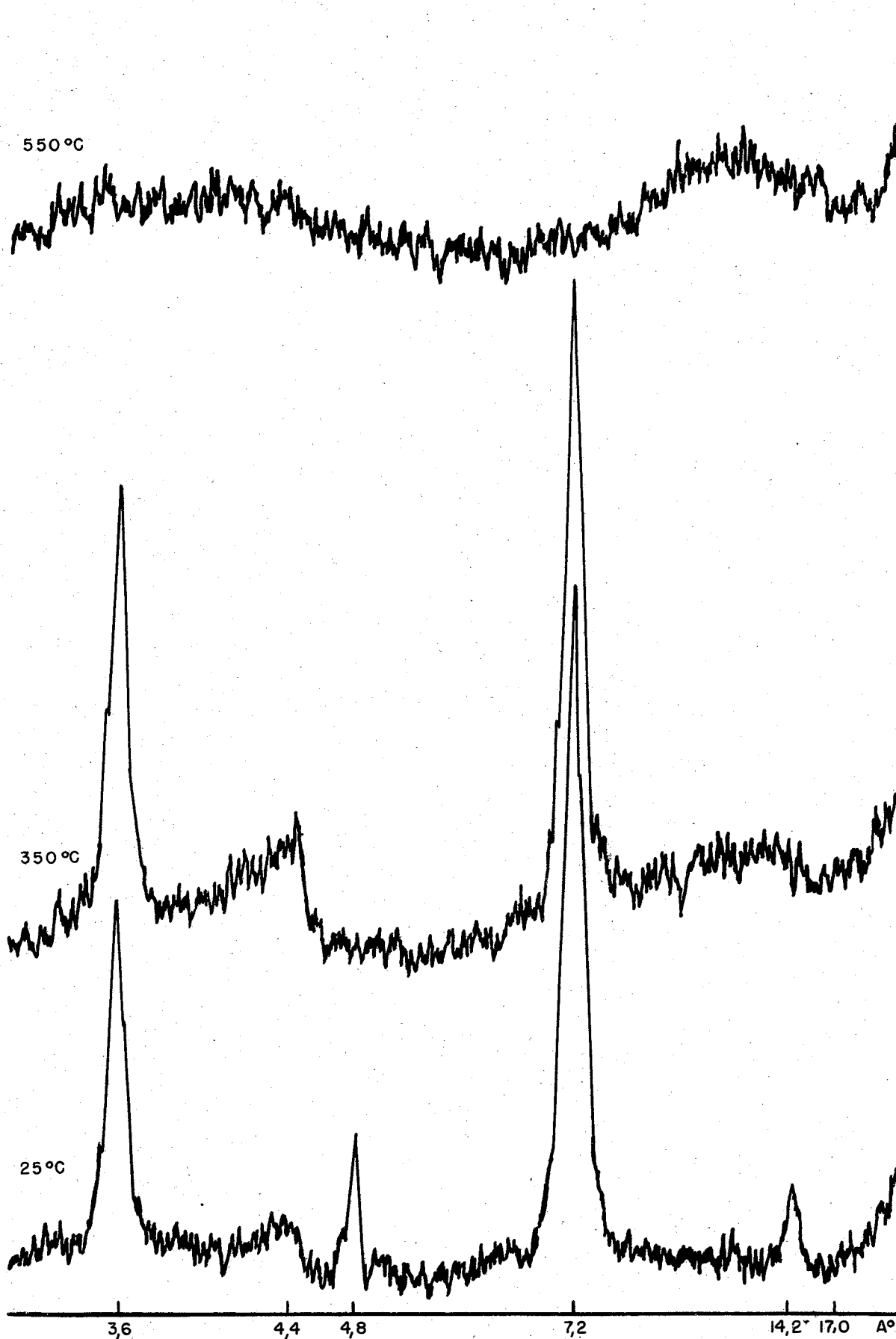


Figura 10 - Difractogramas da fração argilã da camada 1, ponto 24, à temperatura ambiente e após aquecimento a 350°C e 550°C. Área-1.

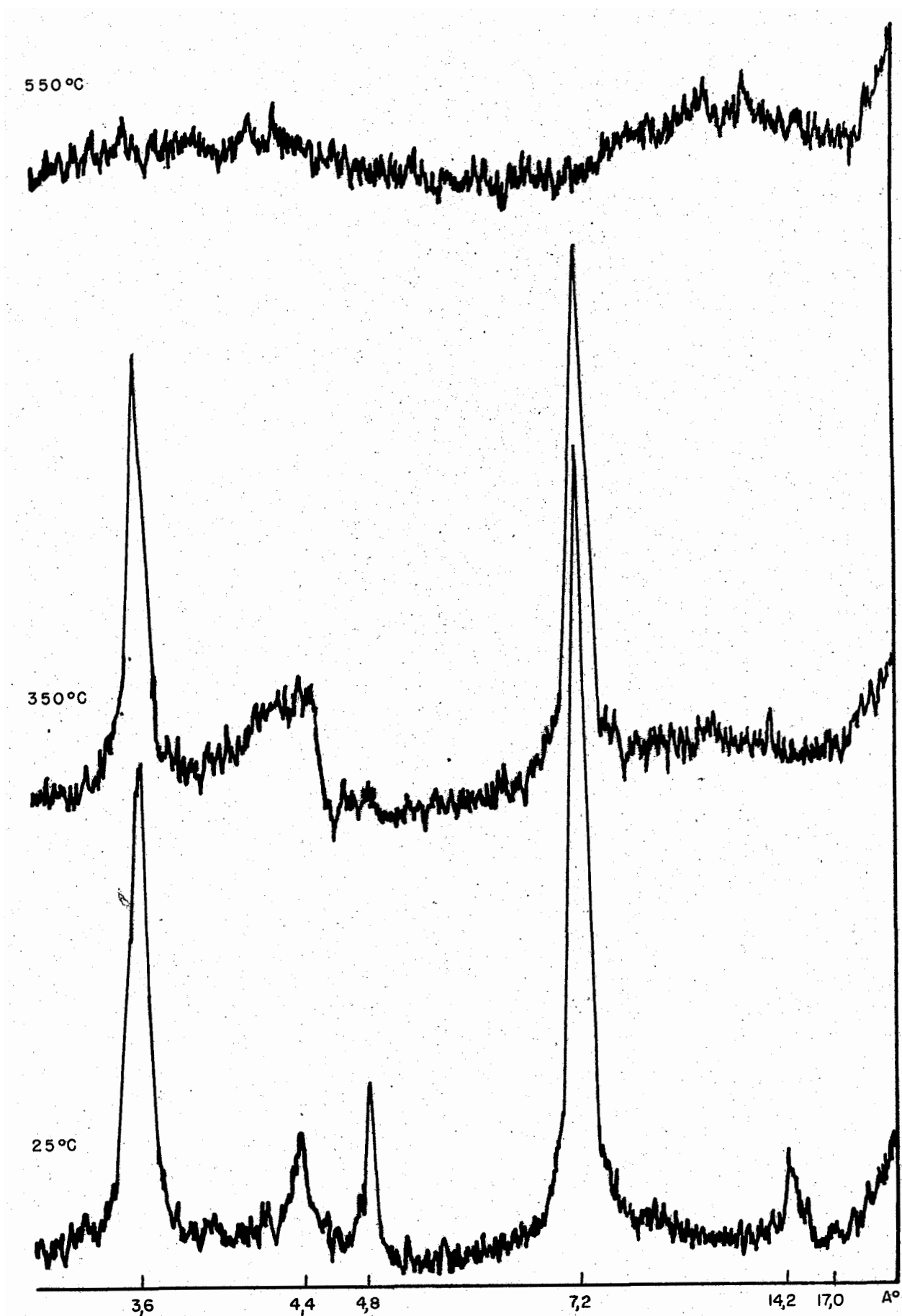


Figura 11- Difrátogramas da fração argila da camada d, ponto 31, à temperatura ambiente e após aquecimento a 350°C e 550°C. Área-1.

homogeneidade horizontal. Este fato se evidencia, ao se comparar os difratogramas de raios-X das amostras de superfície e de sub-superfície. Observa-se pelas figuras 7, 8 e 9 que os picos dos diversos difratogramas ocorrem nos mesmos espaçamentos, indicando grande identidade mineralógica do ponto de vista qualitativo. Em vista disso, será suficiente considerar nas apreciações subsequentes, apenas os dados relacionados com a camada d, a qual, é bom recordar, representa neste trabalho, à seção de controle.

A interpretação dos difratogramas anteriores e daqueles referentes às amostras submetidas à várias temperaturas, figuras 10 e 11, conduz à identificação da caulinita e da gibbsita, cujos picos aparecem com grande intensidade a  $7,2 \text{ \AA}$  e a  $4,8 \text{ \AA}$  respectivamente, nas amostras submetidas a temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . A ocorrência do pico a  $14,2 \text{ \AA}$  indica a presença de minerais do grupo 2:1. Como todas as amostras foram previamente glicoladas, a não ocorrência de pico a  $17 \text{ \AA}$  indica ausência de montmorilonita. A diminuição de intensidade do pico de  $14,2 \text{ \AA}$  a  $350^{\circ}\text{C}$  e o seu desaparecimento a  $550^{\circ}\text{C}$  elimina a possibilidade de tratar-se de clorita, permitindo identificar a vermiculita.

As amostras aquecidas confirmam a presença da gibbsita pela redução da intensidade dos picos a  $350^{\circ}\text{C}$  e desaparecimento completo dos mesmos a  $550^{\circ}\text{C}$ , figuras 10 e 11.

#### 6.1.4 - Resultados estatísticos

Devido o alumínio trocável, na camada subsuperficial, não apresentar uma distribuição normal, seria necessário o emprego de métodos não paramétricos (67) para estimar as estatísticas correspondentes ao caso contido, a baixa porcentagem de ocorrência, nessa camada, de teores de alumínio trocável em ní-

veis considerados tóxicos e o emprego da relação "m" ao invés dos valores absolutos de alumínio para distinguir os solos álicos, reduzem a importância dessa característica. Baseando-se nestes fatos, apresentam-se apenas as estatísticas referentes ao alumínio trocável da camada superficial.

São apresentados também, somente as estatísticas referentes a caulinita e gibbsita da camada subsuperficial, pois como viu-se anteriormente há pequena variação vertical na mineralogia desses solos, bastando portanto, no caso, para fins de classificação, o conhecimento da mineralogia desta camada.

No quadro 7 são apresentadas as diversas estatísticas estimadas para cada uma das características consideradas.

Observa-se nesse quadro que na camada superficial há, em geral, menor dispersão dos dados em torno da média do que na camada subsuperficial, a qual apresenta apenas para argila e água retida a 1/3 de atmosfera, coeficientes de variação inferiores aos da camada superficial.

Na última coluna do quadro 7 é apresentada para a camada superficial e subsuperficial a comparação da variabilidade de cada característica com base na grandeza relativa dos coeficientes de variação.

A água retida a 15 atmosferas e o cálcio, com coeficientes de variação de 2,3 e 52,1%, são as propriedades que apresentam o menor e o maior coeficiente de variação na camada superficial, ocupando no "rank" de classificação o primeiro e último lugar respectivamente.

As propriedades físicas, especialmente a água retida a 15 e 1/3 de atmosfera assim como pH em água e em cloreto de potássio, a capacidade de troca de cations da TFSA e da fra-

Quadro 7. - Sumário das estatísticas das características das consideradas. Área-1

Propriedade	Camada	Amplitude		Média $\bar{x}$	Desvio Padrão s	Lim. Class. (95%)		Coef. Var. C.V%	Erro da média $\bar{x} \pm t_{0,05,S} \cdot Sx$	Lim. Conf. (95%)	Colocação (Rank)
		max.	min.			$\bar{x} \pm t_{0,05,s}$	Sx				
Carbono *	a	2,15	1,28	1,778	0,1754	1,778	0,342	2,2	0,0203	1,778	6
	d	1,00	0,59	0,724	0,0994	0,724	0,178	12,4	0,0103	0,724	9
pH água	a	5,3	4,5	4,83	0,1587	4,83	0,31	3,3	0,0184	4,83	3
	d	5,6	4,6	5,08	0,1228	5,08	0,38	3,8	0,0224	5,08	4
pH KCl 1N	a	4,5	3,9	4,11	0,1220	4,11	0,24	3,0	0,0171	4,11	2
	d	5,2	4,0	4,59	0,1939	4,59	0,39	4,2	0,0225	4,59	5
Ca <sup>2+</sup> **	a	1,9	0,2	0,67	0,3439	0,67	0,70	52,1	0,0405	0,67	17
	d	1,6	0,1	0,42	0,2981	0,42	0,47	56,8	0,0276	0,42	15
Mg <sup>2+</sup> **	a	1,0	0,0	0,30	0,1532	0,30	0,31	50,6	0,0178	0,30	16
	d	0,5	0,0	0,07	0,0842	0,07	0,16	122,2	0,0097	0,07	19
(Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> ) **	a	2,9	0,3	0,97	0,4766	0,97	0,95	49,0	0,0554	0,97	15
	d	2,1	0,1	0,49	0,3059	0,49	0,61	61,5	0,0355	0,49	18
K **	a	0,31	0,08	0,13	0,0435	0,13	0,09	33,2	0,0050	0,13	12
	d	0,15	0,02	0,05	0,0244	0,05	0,05	48,6	0,0028	0,05	14
S **	a	3,0	0,4	1,10	0,4935	1,10	0,38	44,8	0,0573	1,10	13
	d	2,2	0,1	0,54	0,3238	0,54	0,65	59,6	0,0376	0,54	17
Al <sup>3+</sup> **	a	2,9	0,0	1,98	0,4741	1,98	0,94	23,9	0,0551	1,98	11
	d	13,5	8,1	10,76	1,2410	10,76	2,47	11,5	0,1442	10,76	7
CTC **	a	8,5	4,2	6,17	0,9889	6,17	1,97	16,0	0,1149	6,17	11
	d	27,7	14,2	19,56	2,8285	19,56	5,6	14,5	0,3288	19,56	8
CTC ***	a	12,9	6,5	9,23	1,8739	9,23	3,7	20,3	0,2178	9,23	12
	d	27	2	10,0	4,5944	10,0	9,2	45,9	0,5340	10,0	14
V *	a	25	1	8,7	5,1000	8,7	10,2	58,6	0,5929	8,7	16
	d										

Continua

Quadro 7. - continuação

Propriedade	Camada	Amplitude		Média $\bar{x}$	Desvio Padrão s	Lim. Class. (95%)		Coef. Var. C.V%	Erro da média Sx	Lim. Conf. (95%)		Colocação (Rank)
		max.	min.			$\bar{x} \pm t_{0,05,n}$	$\bar{x} \pm t_{0,05,n} Sx$					
Argila *	a	62	47	55,4	3,1656	55,4 ± 6,3	5,7	0,3631	55,4 ± 0,7	4		
	d	70	62	66,9	1,6987	66,9 ± 3,4	2,6	0,1974	66,9 ± 0,4	1		
Limo *	a	23	11	16,7	2,6437	16,7 ± 5,3	15,9	0,2073	16,7 ± 0,6	10		
	d	21	6	9,8	2,1214	9,8 ± 4,2	21,7	0,2466	9,8 ± 0,5	13		
A.fina *	a	26	18	21,8	1,5932	21,8 ± 3,2	7,3	0,1359	21,8 ± 0,4	5		
	d	24	16	20,2	1,6597	20,2 ± 3,3	8,2	0,1929	20,2 ± 0,4	7		
A.grossa *	a	9	4	6,4	0,9319	6,4 ± 1,9	14,6	0,1033	6,4 ± 0,2	9		
	d	6	3	4,6	0,6764	4,6 ± 1,3	14,6	0,0786	4,6 ± 0,2	10		
1/3 atm. *	a	31,2	26,2	28,53	0,9491	28,53 ± 1,59	3,3	0,1103	28,53 ± 0,22	3		
	d	31,4	27,0	28,29	0,7775	28,29 ± 1,54	2,7	0,0903	28,29 ± 0,18	2		
15 atm. *	a	21,9	20,1	21,10	0,5011	21,10 ± 1,00	2,3	0,0582	21,10 ± 0,12	1		
	d	21,4	18,7	20,05	0,5986	20,05 ± 1,29	3,0	0,0695	20,05 ± 0,14	3		
Caulinita *	d	65	52	59,8	4,5349	59,8 ± 9,0	7,6	1,1337	59,8 ± 2,4	6		
Gibbsita *	d	20	15	16,2	1,4430	16,2 ± 2,9	8,9	0,3609	16,2 ± 0,8	8		

\* % - \*\* e.mg/100 g TFSA - \*\*\* e.mg/100 g argila

ção argila, formam um grupo de características da camada superficial que apresentam baixos coeficientes de variação. O coeficiente de variação de 15,9% obtido para o limo representa o valor limite deste grupo.

Os coeficientes de variação de 23,9 e 33,2% encontrados para o alumínio e potássio trocáveis, constituem um grupo intermediário entre aqueles com coeficientes de variação baixos e altos. As características restantes: soma de bases, saturação em bases, soma de cálcio e magnésio, magnésio e finalmente cálcio, constituem o grupo que apresenta coeficientes de variação elevados. Nesse agrupamento os coeficientes de variação de 44,8 e 52,1% apresentados, respectivamente, pela soma de bases e pelo cálcio, constituem os valores limites.

Na camada subsuperficial são a argila e o magnésio que apresentam os coeficientes de variação extremos, respectivamente 2,6 e 122,2% ocupando portanto o primeiro e o último lugar no "rank" de classificação.

A caulinita e a gibbsita, junto com as características físicas, a exceção do limo, com o pH em água e em cloreto de potássio, com o carbono e com a capacidade de troca de cations da TFSA, formam o grupo das propriedades da camada subsuperficial que apresentam baixos valores de coeficientes de variação. O coeficiente de variação máximo desse grupo foi de 16,0% obtido para a capacidade de troca de cations da TFSA.

Os coeficientes de variação da fração limo e da CTC da fração argila apresentaram nessa camada valores bem mais elevados que os verificados para a camada superficial, 21,7 e 20,3%, respectivamente, situando-se num grupo intermediário no rol de colocação.



As propriedades restantes: potássio, cálcio, saturação em bases, soma de bases, soma de cálcio e magnésio e finalmente magnésio, constituem o grupo que apresenta coeficientes de variação elevados, os quais ocupam, portanto, os últimos lugares na coluna de classificação relativa. Os coeficientes de variação de 48,6 e 122,2%, respectivamente para o potássio e o magnésio, constituem os valores limites desse grupo.

Os dados do quadro 7 mostram, portanto, que de maneira generalizada, quer na camada superficial como em profundidade as características físicas e mineralógicas apresentam menor variação que as características químicas ou seja, há maior homogeneidade para as características físicas e mineralógicas do que para as características químicas. É de se esperar, portanto, na área em estudo, que as culturas sejam mais afetadas pelas variações encontradas nas características químicas do que naquelas resultantes das características físicas e mineralógicas.

Convém assinalar que apesar dos coeficientes de variação permitirem comparar a variabilidade entre amostras de unidades diferentes, o seu emprego não deve ser generalizado demais (27), devendo-se apreciar esses resultados frente às finalidades a que se destina o trabalho. Duas ou mais características por exemplo, podem ter coeficientes de variação semelhantes e no entanto apresentar limites de classes com amplitudes diferentes as quais, dependendo da característica, podem sugerir a existência de solos com comportamentos diversos. Enquadram-se nesse caso a capacidade de troca de cations da fração argila e a porcentagem de areia grossa, como pode observar-se no quadro 7, pois, apresentam coeficientes de variação bastante semelhantes: 14,5 e 14,6% respectivamente. Os limites de clas-

ses destas características são no entanto de  $19,6 \pm 5,6$  para a capacidade de troca de cations e de  $6,4 \pm 1,9$  para a areia grossa, isto é, 14,0 a 25,2 e.mg./100 g e 2,7 a 6,5% respectivamente.

É de se esperar nesses casos, maior variação no comportamento das plantas, nos solos que apresentam essas diferenças de capacidade de troca de cations, do que naqueles com essa variação de areia grossa, ainda mais no presente caso onde a matriz do solo contém mais de 50% de argila permitindo certamente reduzir o efeito deste aumento de areia grossa.

Um coeficiente de variação de 10% para o pH apesar de relativamente pouco elevado indicaria a ocorrência de valores suficientemente afastados para sugerir a existência de solos com reações completamente diferentes do ponto de vista agrícola. Um coeficiente de variação desta ordem, não pode ser considerado, em pedologia, como baixo.

O lugar ocupado pelo coeficiente de variação na coluna de colocação - "rank" - representa portanto apenas uma classificação relativa.

As figuras 12 a 28 mostram para diversas características de solo, o número de amostras necessárias para estimar sua média dentro de determinados limites de precisão ou de porcentagem de variação usando níveis de significância de 95%, 90% e 80%. São apresentadas apenas as figuras correspondentes às características e camadas consideradas, no caso, como de maior interesse, incluindo-se no quadro 8 as propriedades restantes.

Em cada figura é assinalado o número de pontos necessários para obter-se a porcentagem de variação permitida em torno da média 5,10 ou 20% conforme a característica considerada. Para simplificar as figuras, é tomado apenas o nível de

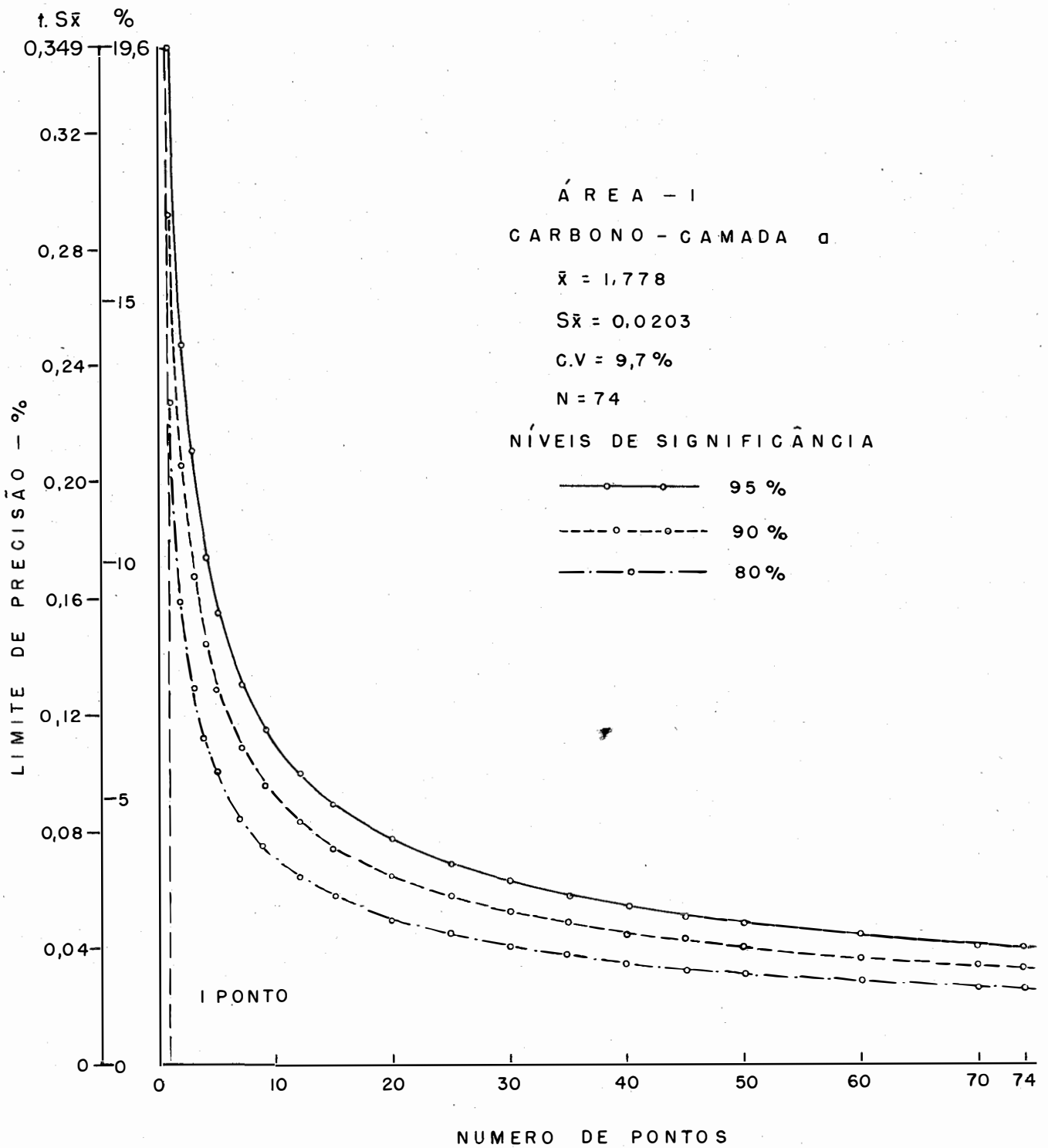


Figura 12 - Numero de pontos necessarios para estimar a média do carbono dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

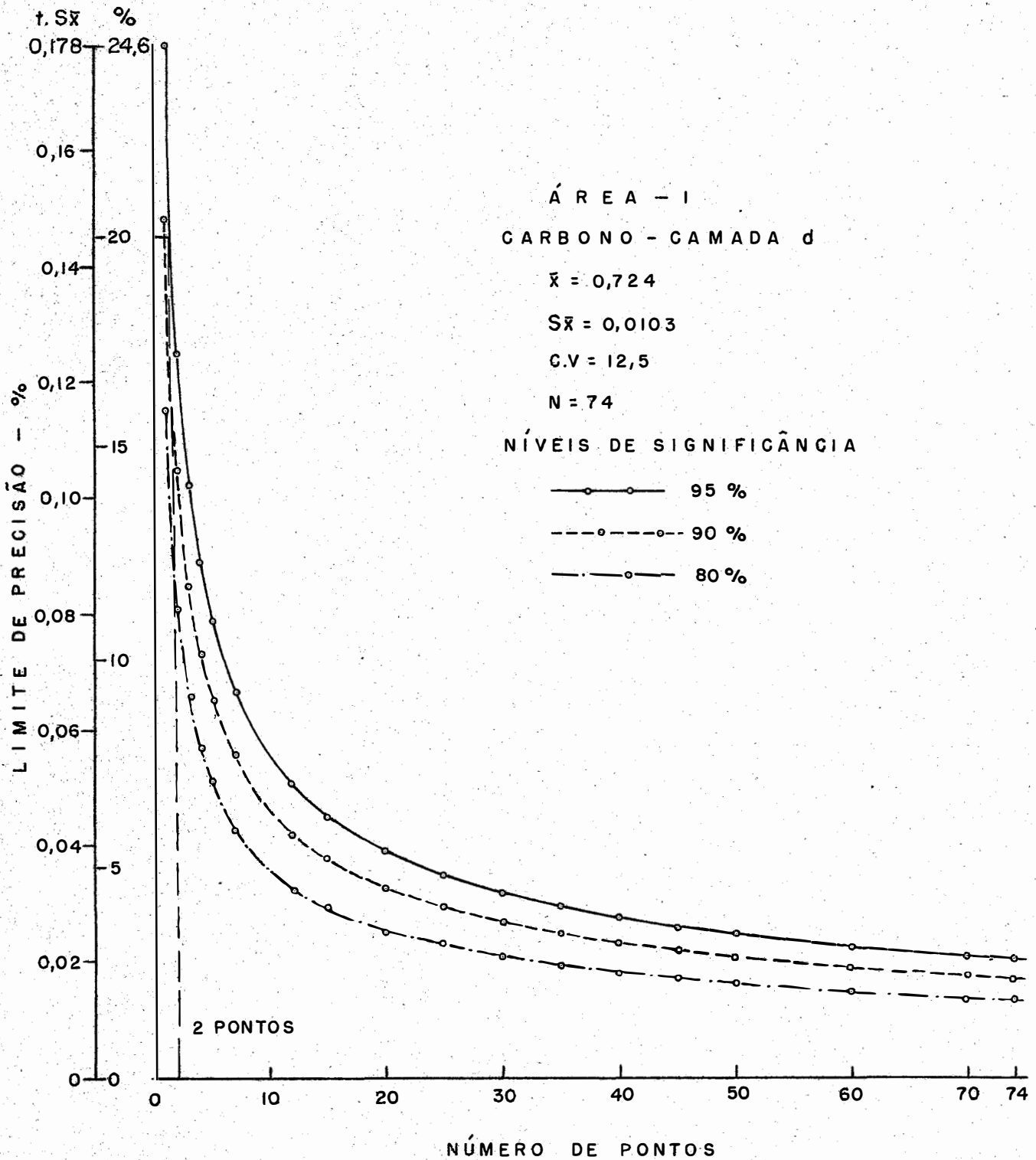


Figura 13 - Número de pontos necessários para estimar a média do carbono dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

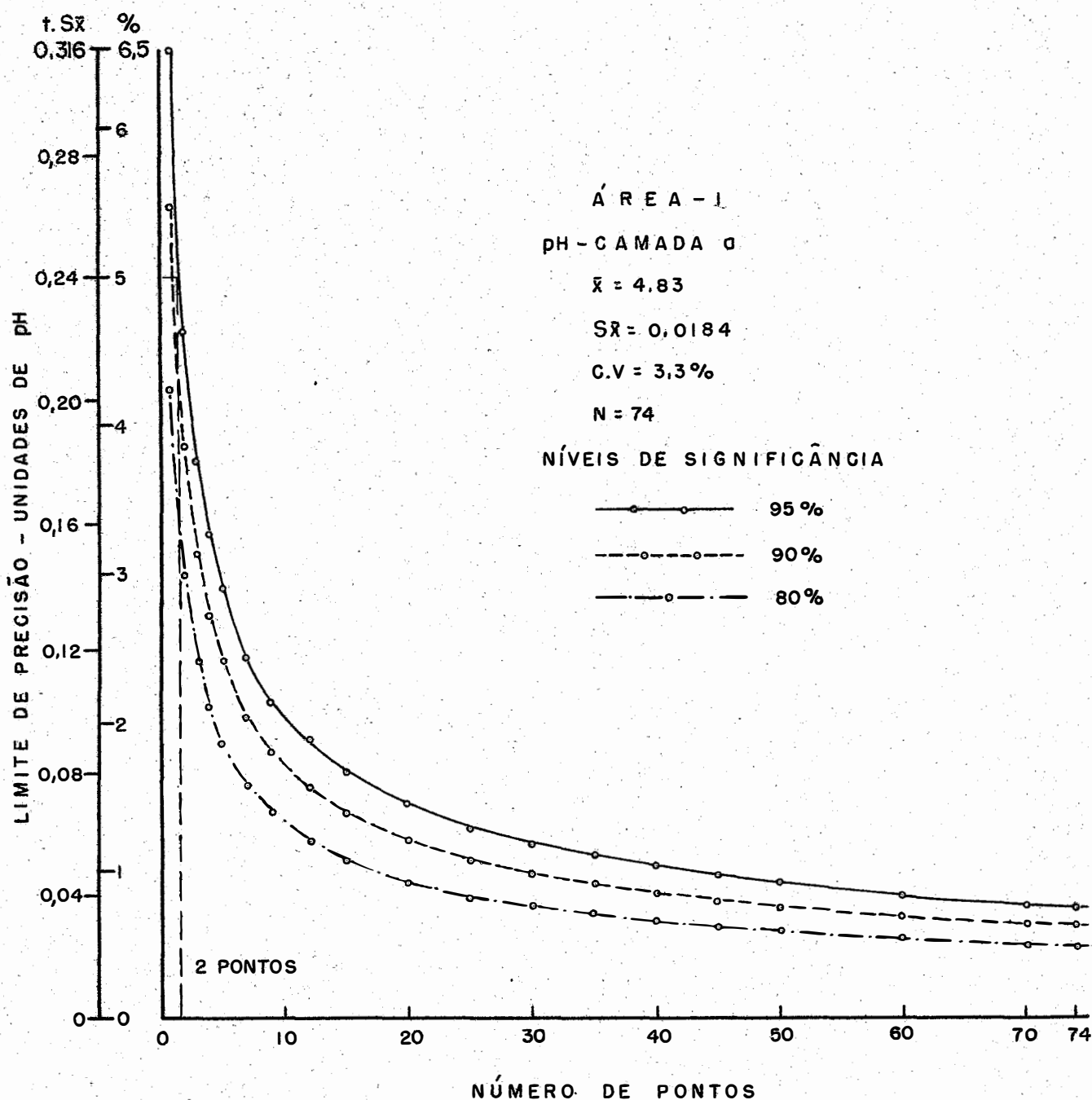


Figura 14 - Número de pontos necessários para estimar a média do pH dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

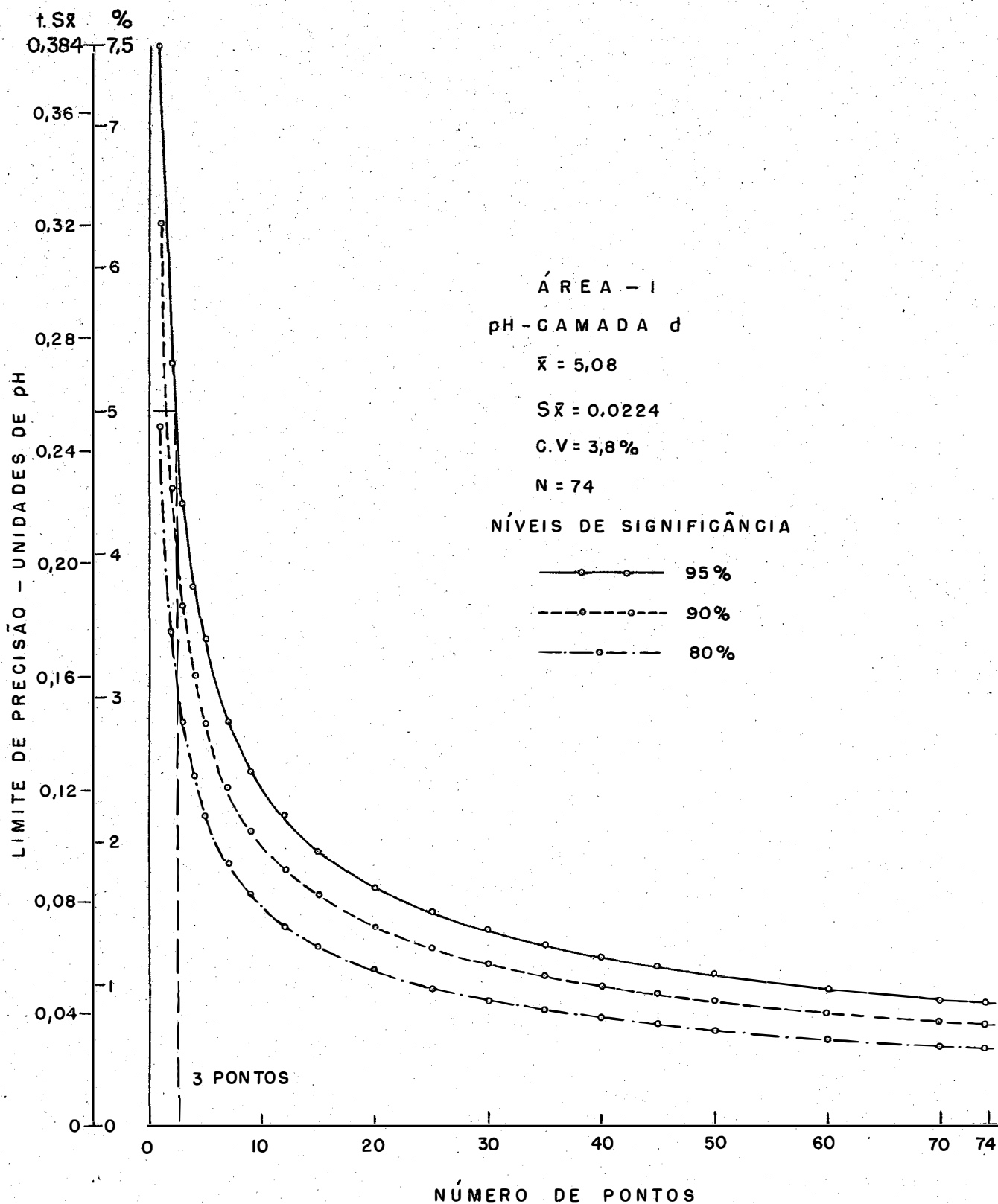


Figura 15 - Número de pontos necessários para estimar a média do pH dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

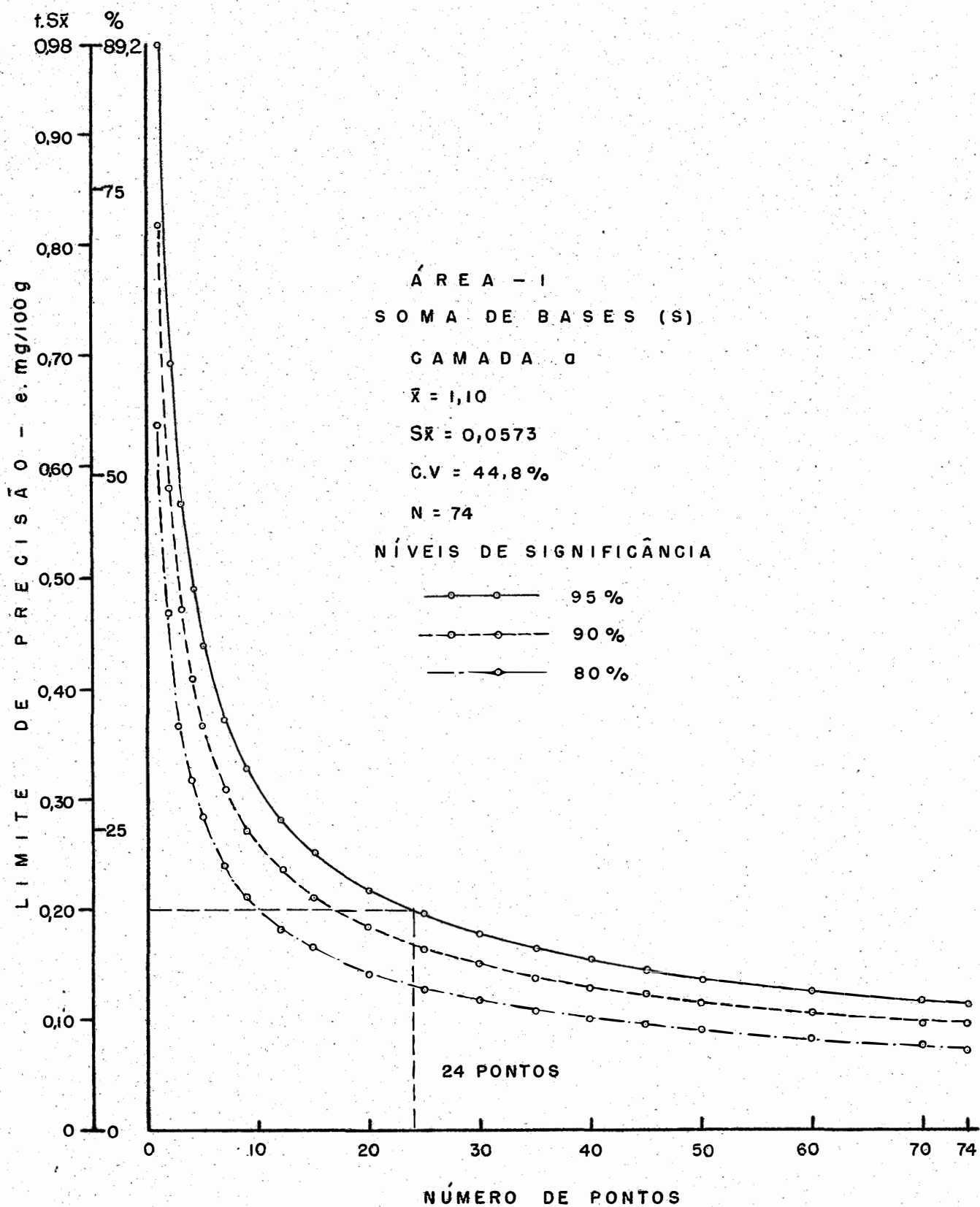


Figura 16 - Número de pontos necessários para estimar a média da soma de bases dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

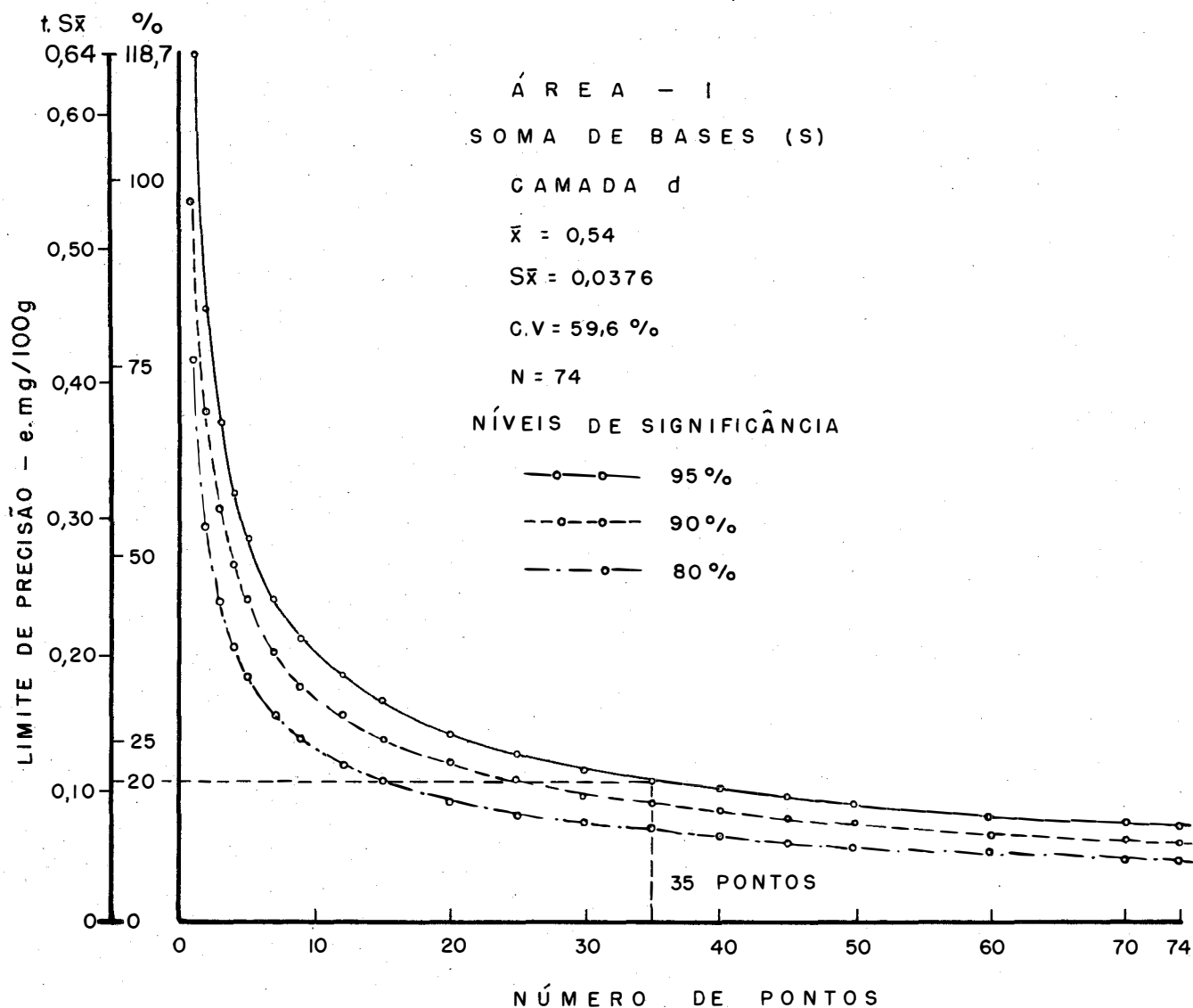


Figura 17 - Número de pontos necessários para estimar a média da soma de bases dentro de determinados limites de precisão (t.S $\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.



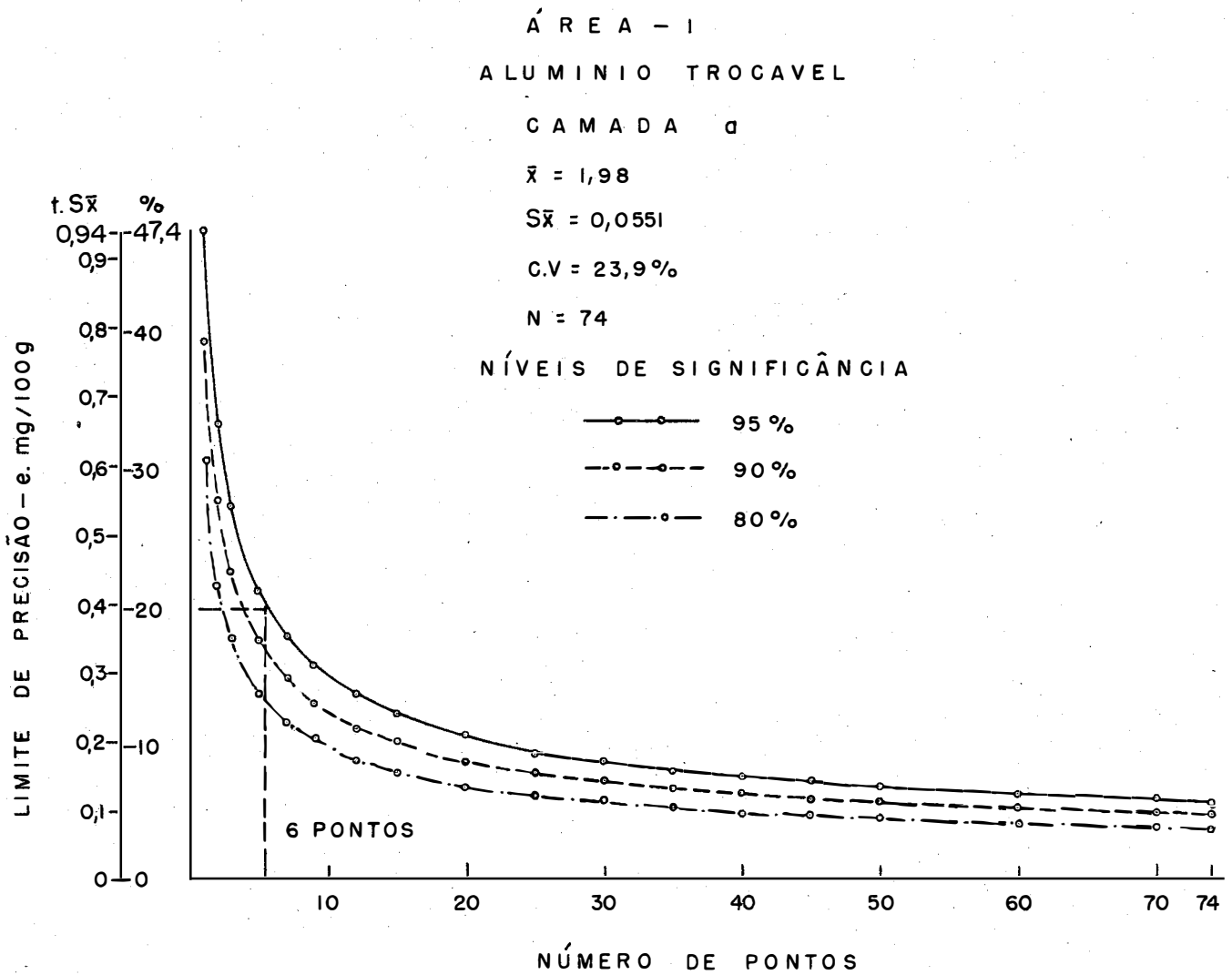


Figura 18 - Número de pontos necessários para estimar a média do alumínio trocável dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

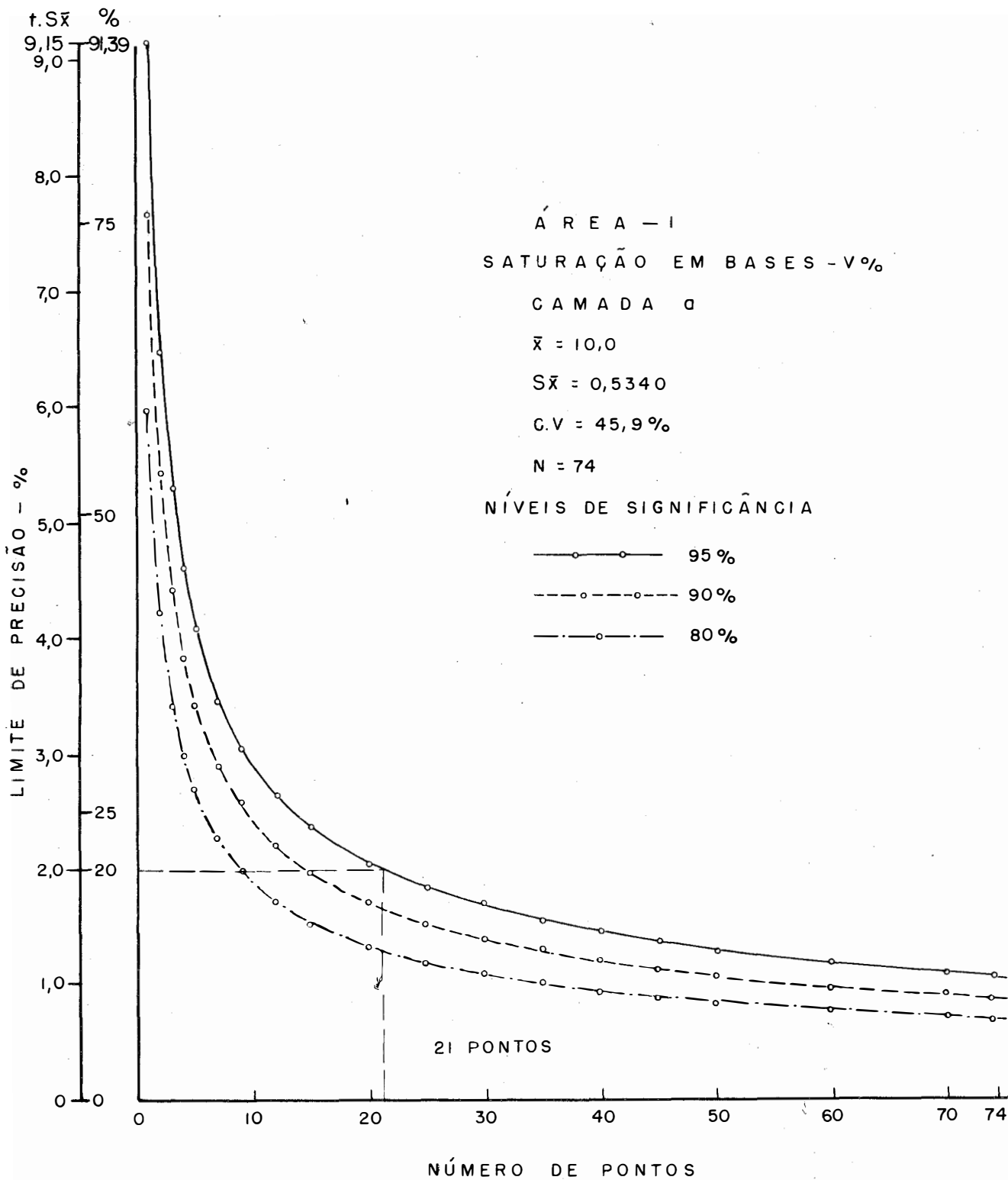


Figura 19 Número de pontos necessários para estimar a média da saturação em bases dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

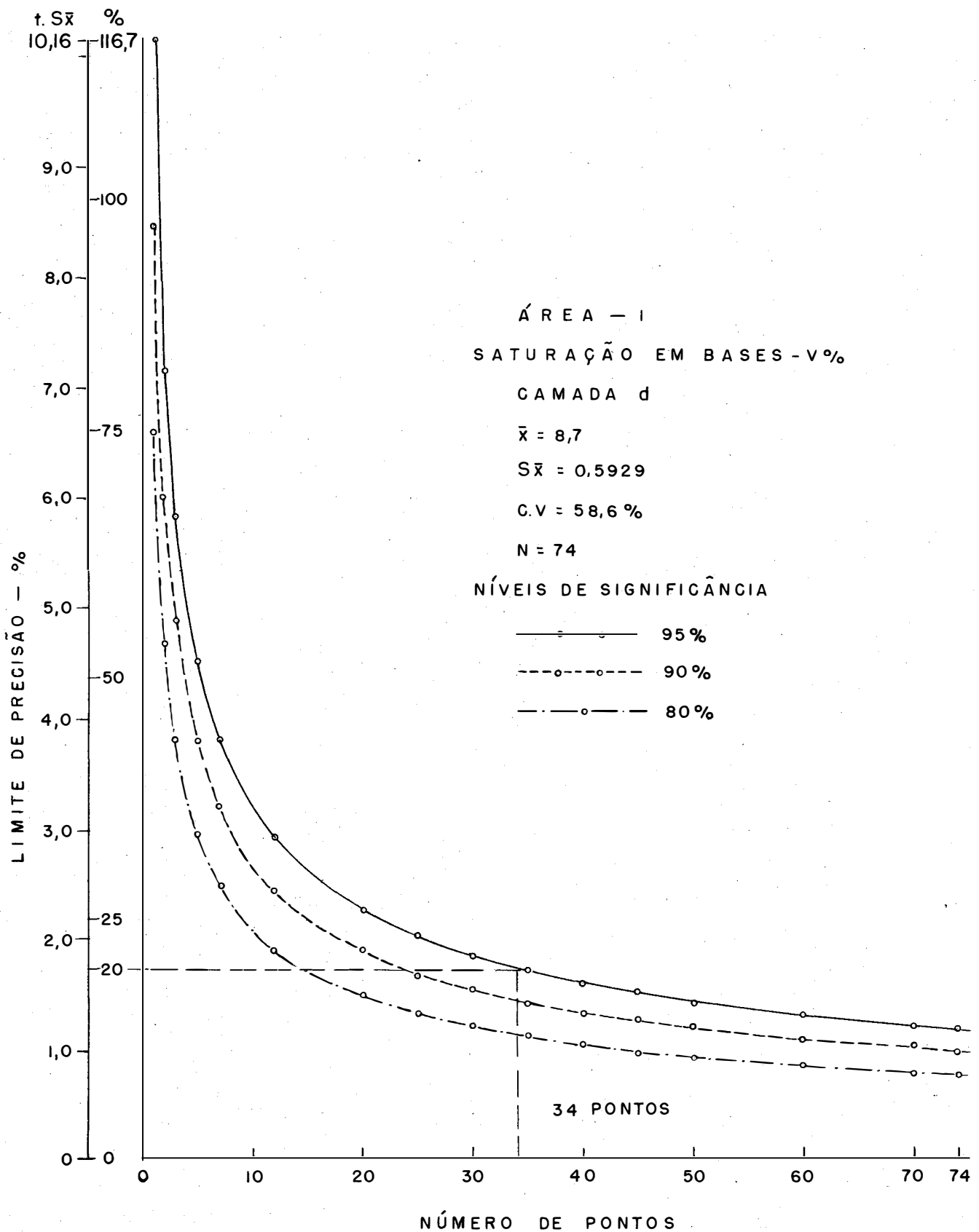


Figura 20 - Número de pontos necessários para estimar a média da saturação em bases dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média ( $\%$ ), em três níveis de significância.

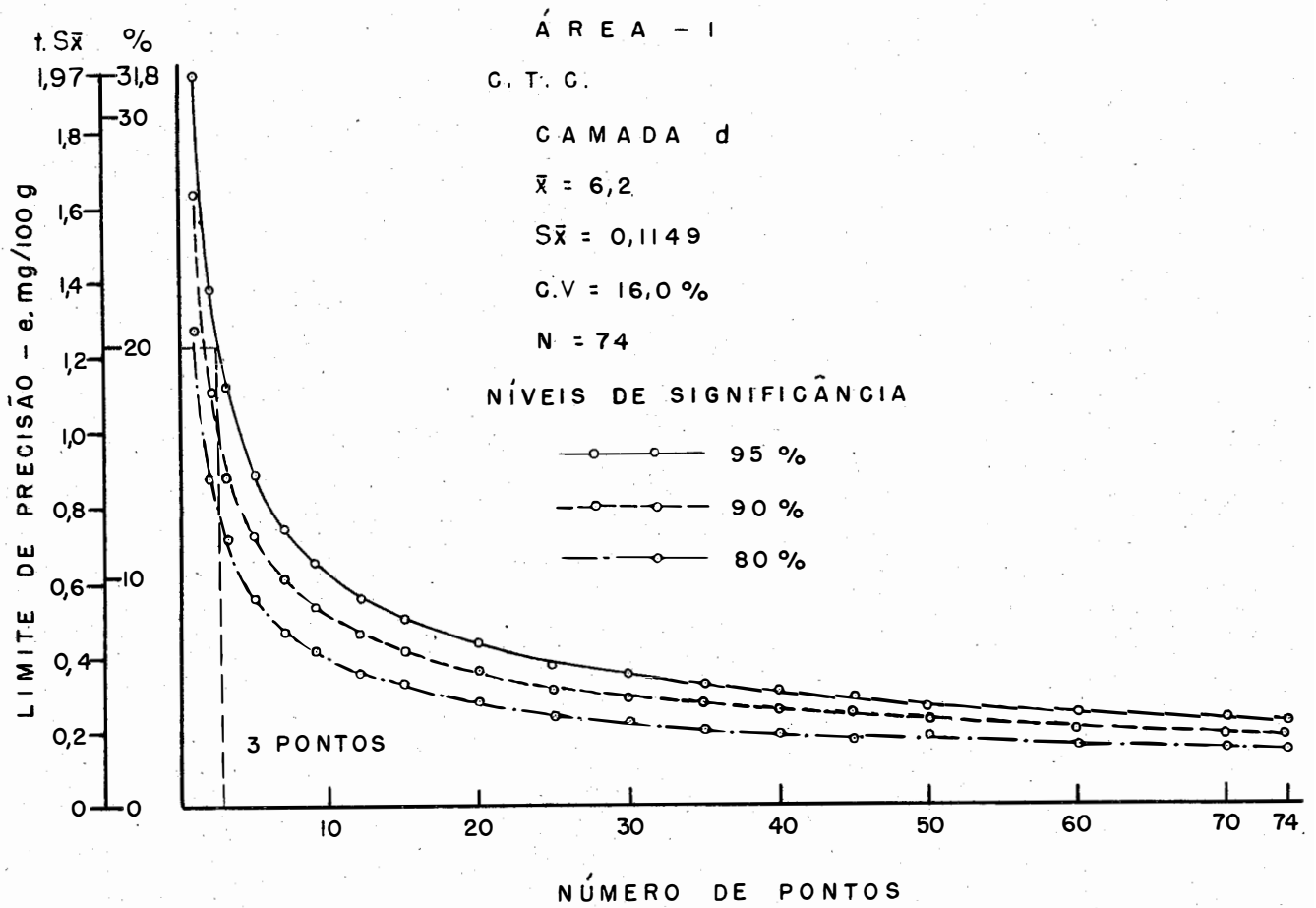


Figura 21 - Número de pontos necessários para estimar a média da CTC dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

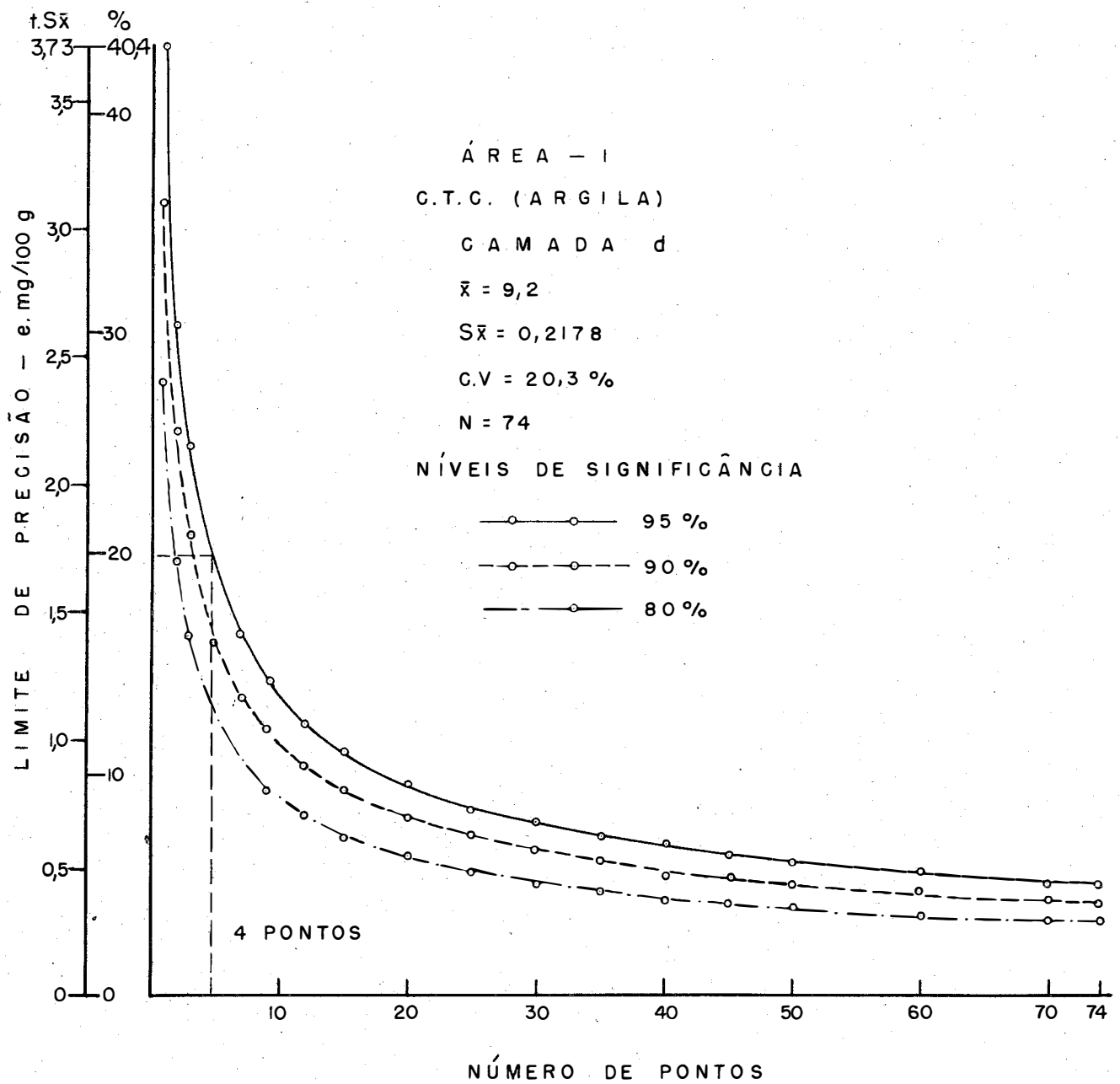


Figura 22 - Número de pontos necessários para estimar a média da CTC corrigida para 100 g de argila, dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

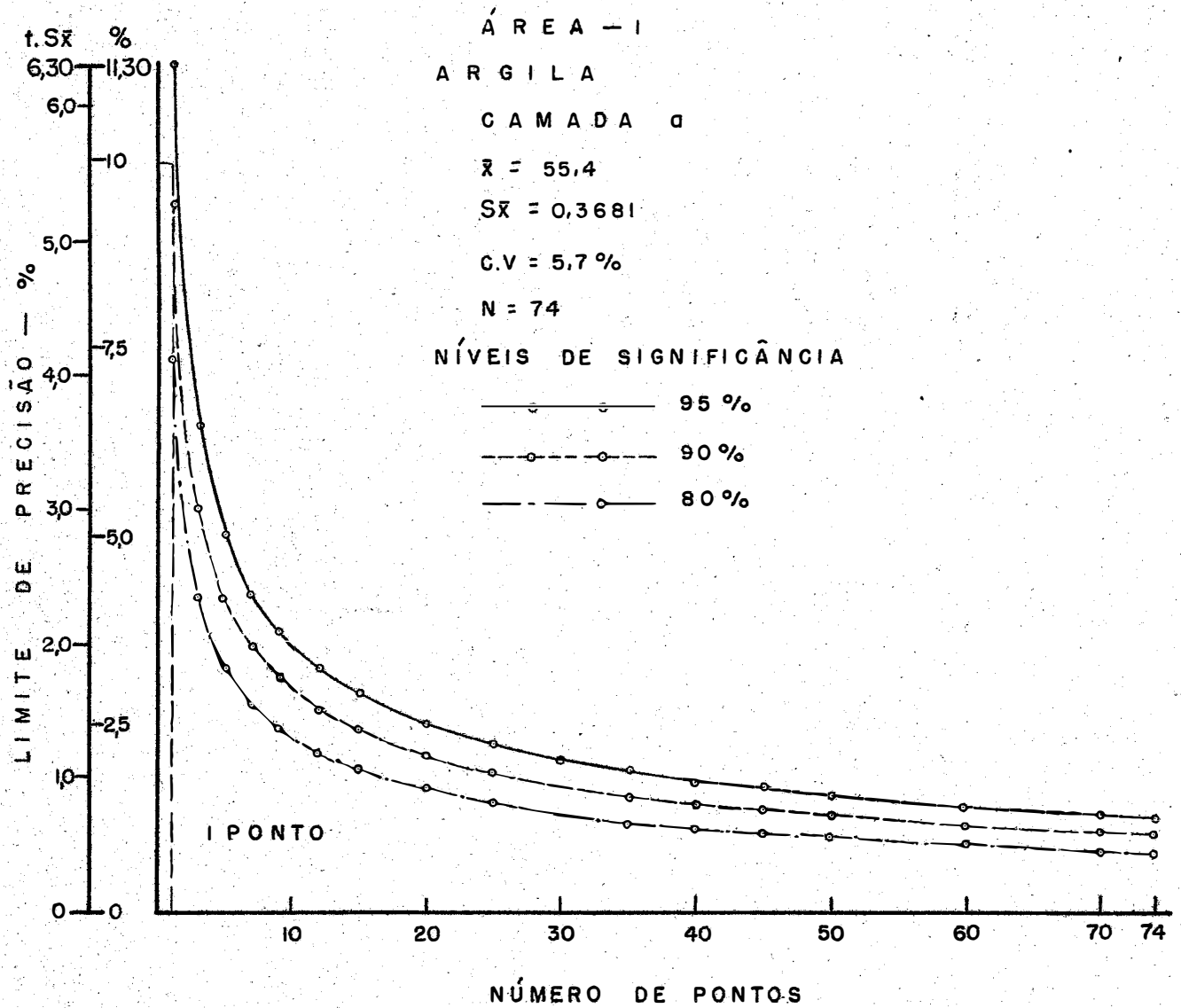


Figura 23 - Número de pontos necessários para estimar a média da argila dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

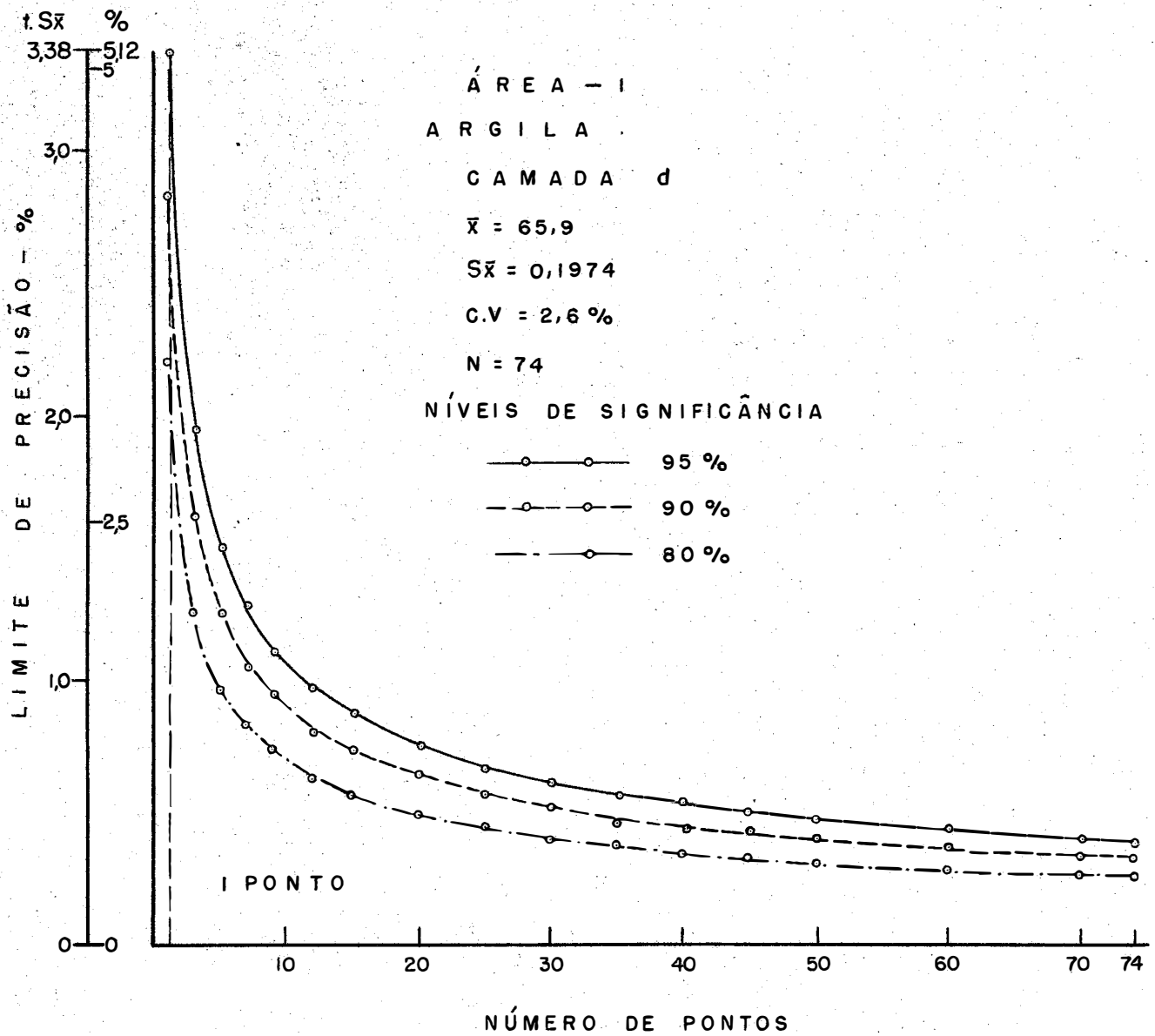


Figura 24 - Número de pontos necessários para estimar a média da argila dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância

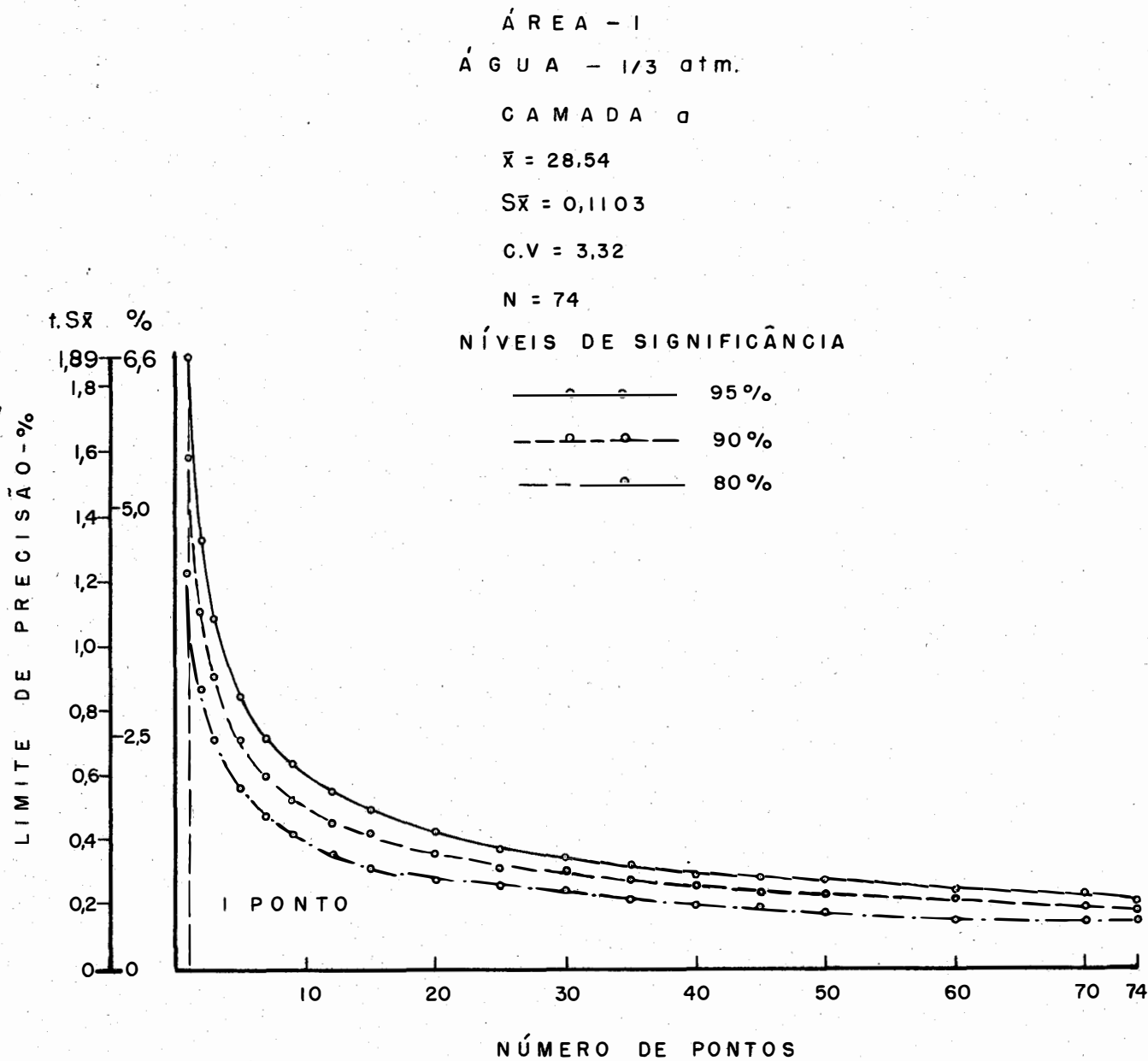


Figura 25 - Número de pontos necessários para estimar a média da água retida a 1/3 de atm. dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.



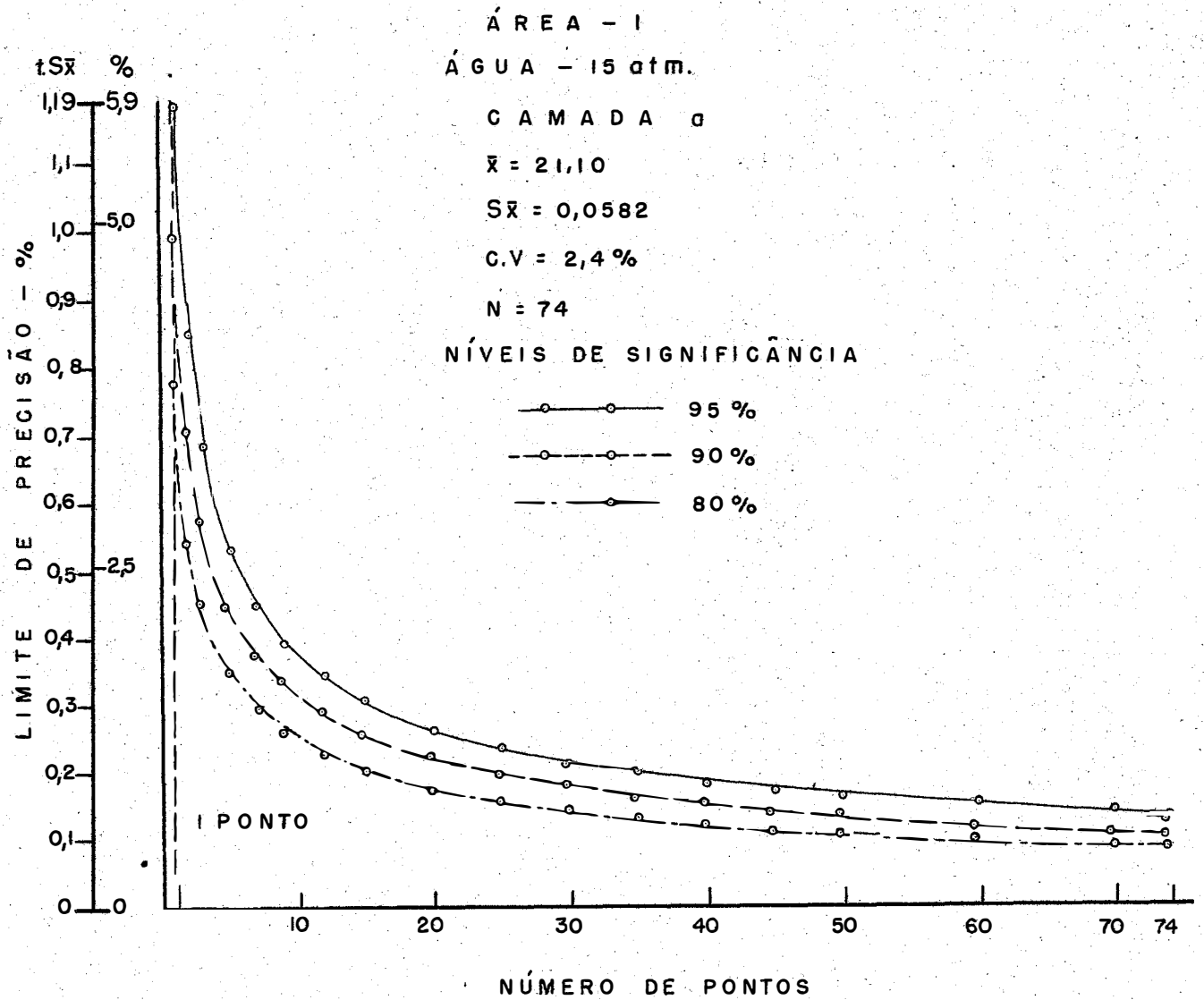


Figura 26 - Número de pontos necessários para estimar a média da água retida a 15 atm. dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

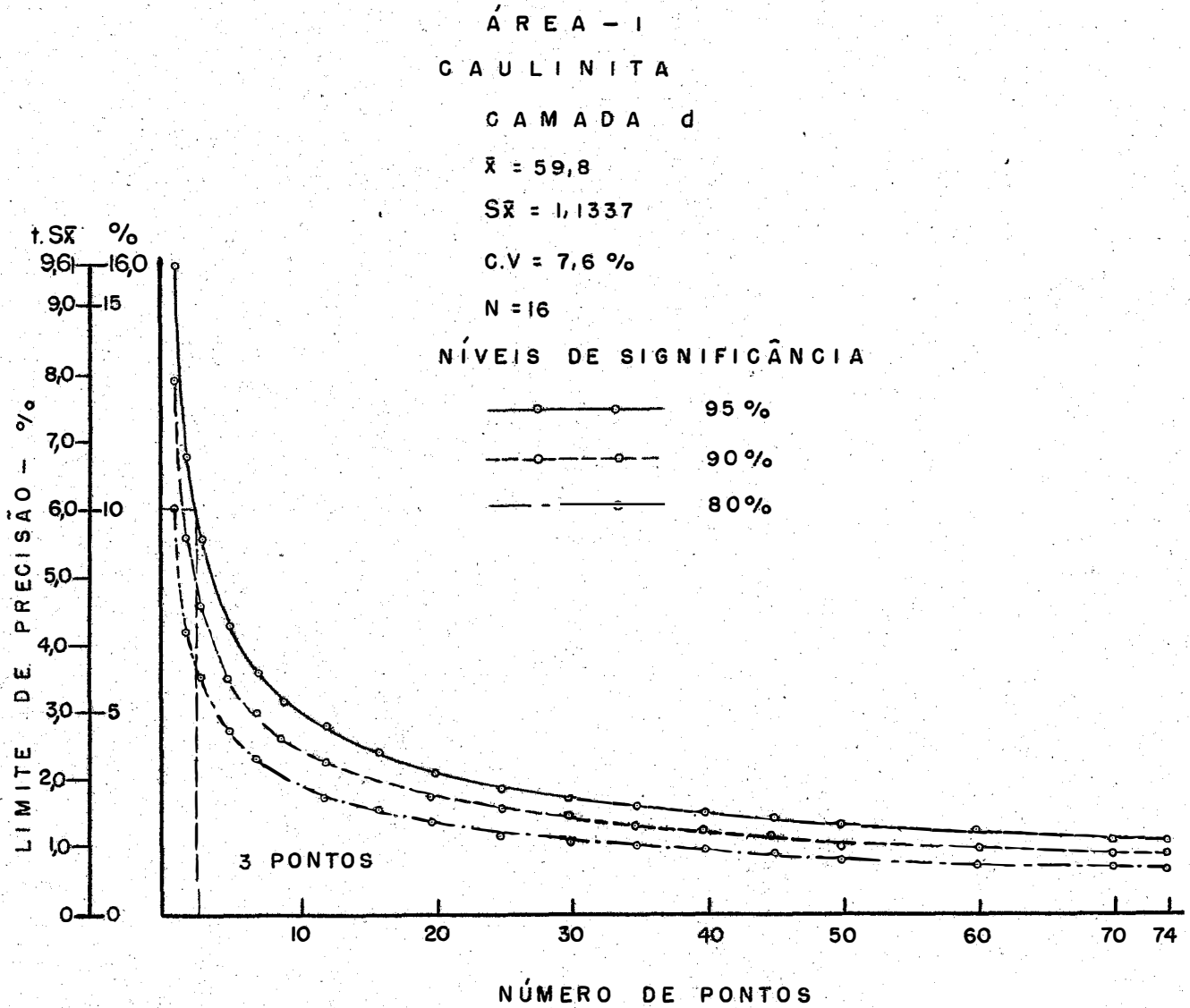


Figura 27 - Número de pontos necessários para estimar a média da caulinita dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

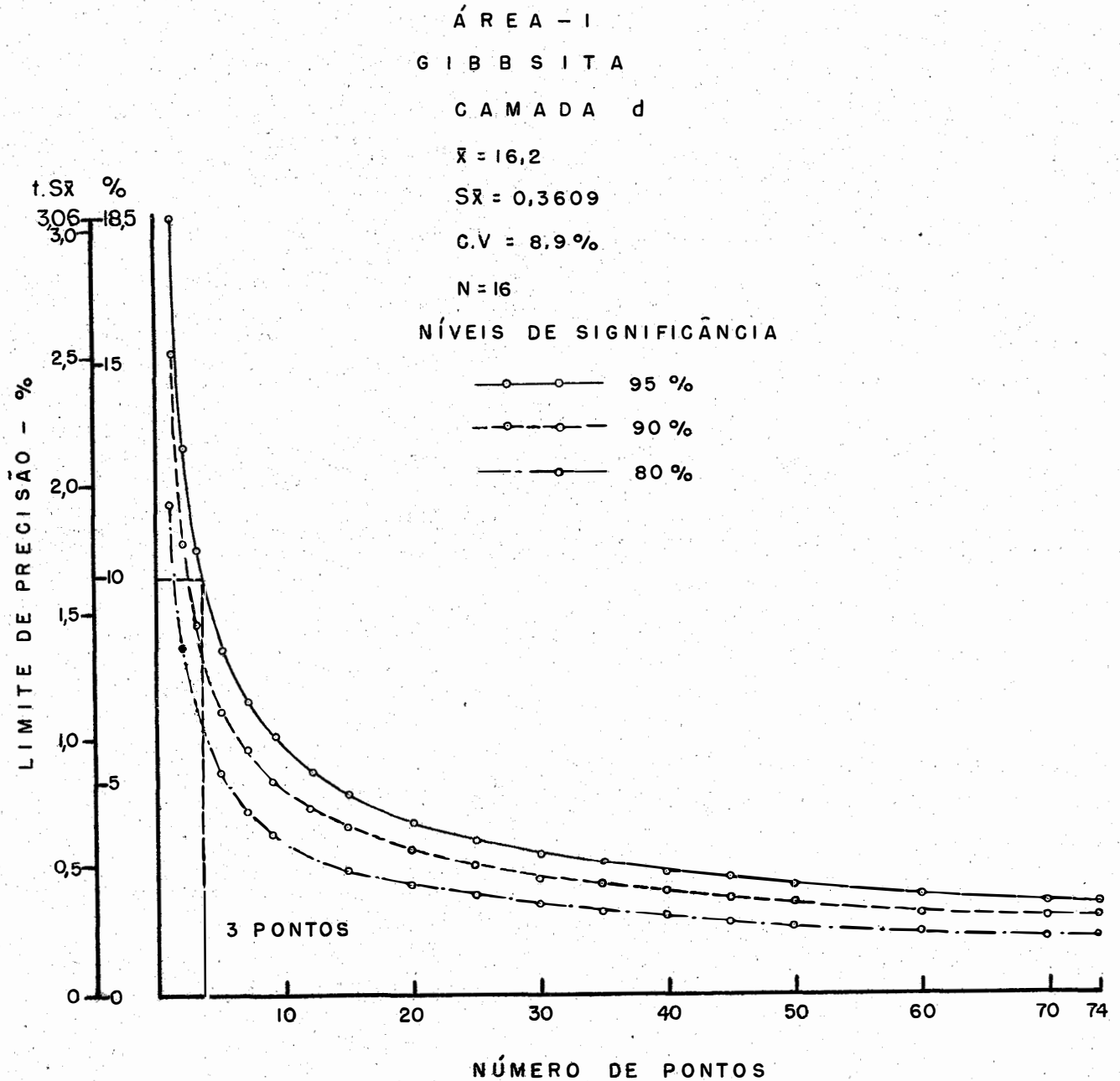


Figura 28 - Número de pontos necessários para estimar a média da gibbsita dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

significância de 95%.

Exemplificando, tem-se na figura 17, correspondente a soma de bases da camada d, que para se obter uma estimativa da média com uma variação de 20%, teríamos que amostrar 35 pontos para um nível de significância de 95%, e 27 e 15 pontos se considerassemos níveis de significância de 90 e 80% respectivamente.

O de limite de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) para os 35, 27 ou 15 pontos mencionados corresponde a 0,11 e.mg/100 g permitindo estimar o limite de confiança ( $\bar{x} \pm t.S \bar{x}$ ) em  $0,54 \pm 0,11$  e.mg./100 g.

Assim com 35 amostras, pode-se estimar com 95% de probabilidade que a média paramétrica da soma de bases da população estudada está compreendida entre 0,43 e 0,65 e.mg./100 g.

No quadro 8 estão relacionados, para todas as características consideradas, os números de pontos necessários para estimar a média admitindo-se os níveis de significância de 95%, 90% e 80%, tomando-se por base as variações, de 5%, 10% e 20%, para cada nível conforme a característica considerada.

Observa-se pelas figuras e quadros respectivos acima mencionados, que é considerável a variação no número de observações requeridas para estimar a média das diversas características com o mesmo grau de precisão e confiança.

Enquanto que para as características físicas e mineralógicas bastam poucas amostras para se ter uma estimativa adequada da média dentro dos limites de confiança e precisão mencionados, há necessidade de maior número de amostragens para as características químicas.

Os resultados estatísticos obtidos confirmam as ob-

Quadro 8. - Número de amostras necessário para estimar a média de várias características do solo a vários níveis de significância referentes a camada superficial, a, e a camada subsuperficial, d. Área-1.

Característica	Camada	Variação percentual da média	Níveis de significância		
			80%	90%	95%
			Nº de amostras		
Carbono *	a	20	1	1	1
	d	20	1	1	1
pH H <sub>2</sub> O	a	5	1	1	2
	d	5	1	2	3
pH KCl 1N	a	5	1	1	1
	d	5	1	2	3
Ca <sup>2+</sup> **	a	20	11	19	27
	d	20	13	22	32
Mg <sup>2+</sup> **	a	20	11	18	25
	d	20	63	104	150
(Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup> ) **	a	20	10	17	24
	d	20	16	26	38
K <sup>+</sup> **	a	20	5	8	11
	d	20	10	16	23
S **	a	20	8	14	20
	d	20	15	27	35
Al <sup>3+</sup> **	a	20	2	4	6
CTC **	a	20	1	1	1
	d	20	1	2	3
CTC ***	a	20	1	1	2
	d	20	2	3	4
V *	a	20	9	15	21
	d	20	14	24	34
Argila *	a	10	1	1	1
	d	10	1	1	1
Limo *	a	10	4	7	10
	d	10	8	13	19
A. Fina *	a	10	1	1	2
	d	10	1	2	3
A. Grossa *	a	10	4	6	8
	d	10	4	6	8
1/3 atmosfera *	a	10	1	1	1
	d	10	1	1	1
15 atmosferas *	a	10	1	1	1
	d	10	1	1	1
Caulinita *	d	10	1	2	3
	Gibbsita	d	10	3	4

\* % - \*\* e.mg./100 g TFS - \*\*\* e.mg./100 g argila

servações de Mader (36), de Webster & Beckett (74, 75), de Ball & Willians (1) e de Beckett & Webster (5), segundo os quais as maiores variações são verificadas na camada subsuperficial sendo as características químicas as que apresentam maior dispersão de dados.

Com os dados apresentados pode-se considerar cinco, o número de pontos necessários para estimar-se com grande precisão a média da maioria das características físicas e mineralógicas e também de algumas químicas.

Por outro lado, para ter uma estimativa adequada da média do magnésio da camada d, seria necessário amostrar-se 150 pontos. Sendo uma amostragem dessa ordem inteiramente utópica do ponto de vista prático, tornam-se sem utilidade as previsões feitas nesta área, para essa característica com base num número menor de amostras.

Algumas características químicas como cálcio, soma de cálcio e magnésio, soma e saturação em bases, necessitam para o nível de significância de 95%, um número bem mais reduzido de amostras: em torno de 35 para a camada subsuperficial e de 25 para a camada superficial.

Algumas características do solo são definidas pela interação de duas ou mais propriedades, como é o caso das classes textural e mineralógica. Por exemplo: na classe textural participam quatro variáveis representadas pelas frações granulométricas enquanto que na classe mineralógica participam apenas duas variáveis: os teores de caulinita e de gibbsita. Nesses casos deve-se estudar a importância relativa da variabilidade para cada uma das características a fim de definir-se qual delas vai reger o número de amostras. Com relação à classe textural, viu-se anteriormente que a variação das frações granulo-

métricas superiores a dois micra não são importantes e que, em todos os pontos, a fração argila era absolutamente predominante sobre as outras, fato que lhe confere grande importância. Nesse caso o número de pontos de amostragem estimado para a argila é aceito como suficiente. Verifica-se pelas figuras 23 e 24 e pelo quadro 8 que basta um ponto apenas, quer para a camada superficial como subsuperficial, para definir esta característica em toda a área.

No caso da classe mineralógica, igual raciocínio pode ser seguido, porém como os números estimados para a caulinita e gibbsita são muito próximos, convém tomar o valor encontrado para esta última, por ser o mais elevado.

Quando não há prevalência notória de uma característica sobre a outra, como no caso dos solos barrentos e da classe "mixed", por exemplo deve-se tomar o número de pontos dados pela característica que apresenta maior variação.

#### 6.1.5 - Levantamento de Solos - Classificação

Nas figuras e quadros apresentados anteriormente determinou-se estatisticamente a variabilidade das características do solo e o número de pontos necessários para se ter uma estimativa da média de cada característica dentro de determinados níveis de precisão e significância.

Nas figuras 29 a 32 são apresentadas, as distribuições espaciais desses solos classificados e cartografados em várias categorias tomando como norma a classificação americana de 1970 (25). Cada figura representa, portanto, um esboço de uma carta de solos correspondente a um determinado nível taxonômico.

Convém assinalar que não se considerarão, por falta

de dados, as inclusões de outros solos que por certo existem, especialmente nas cartas correspondentes aos níveis mais detalhados.

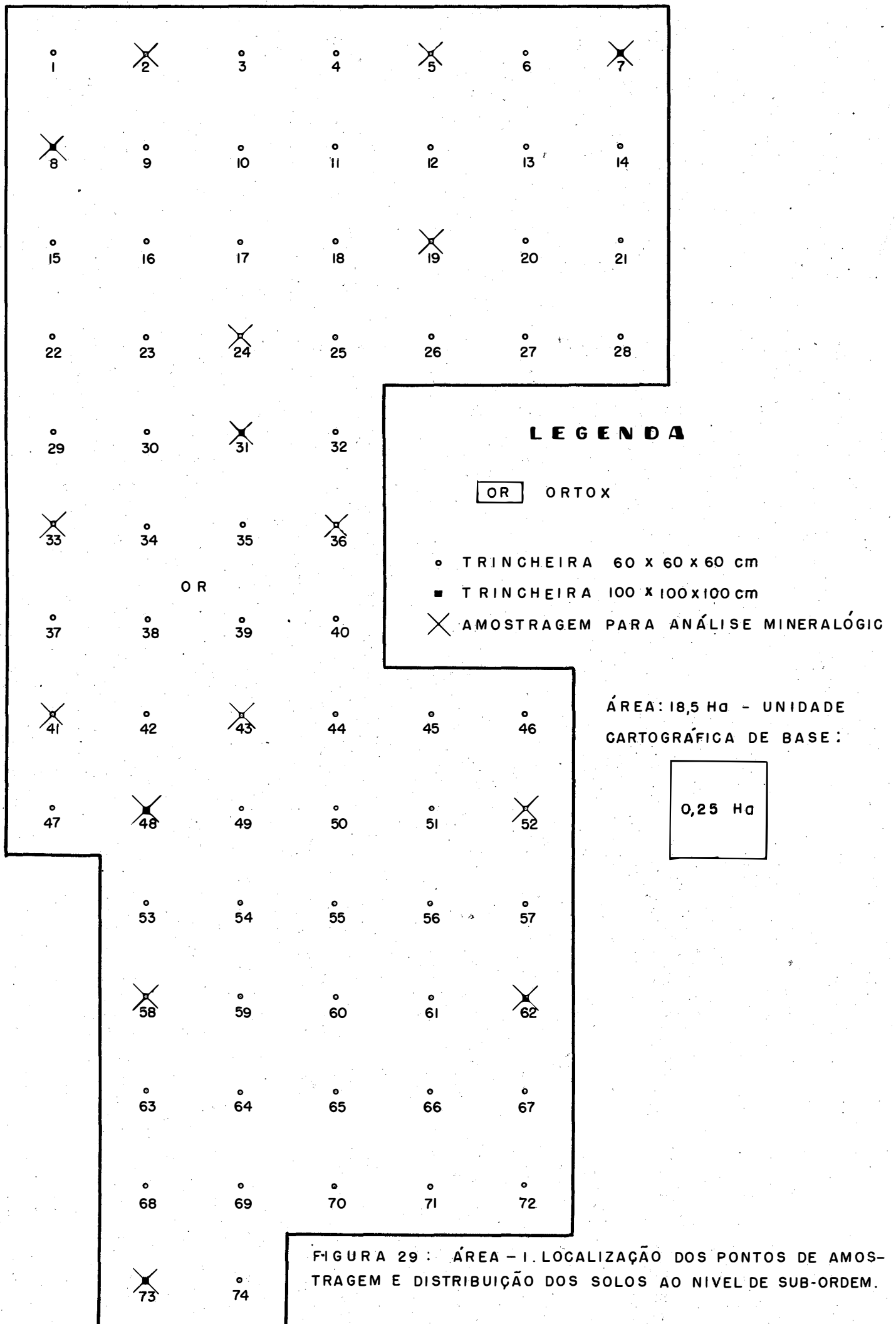
Na figura 29 estão representadas a configuração da superfície da área, os pontos de amostragem e a carta correspondente à classificação dos pontos ao nível de sub-ordem. Vê-se por esta figura que todos os pontos amostrados enquadraram-se na ordem Oxissolo, sub-ordem Orttox caracterizando-se esta área, nestes níveis de mapeamento, como absolutamente homogênea para as características diferenciais relativas a essas categorias, correspondendo a cada uma delas, 100% dos pontos amostrados.

Devido os valores de carbono e de saturação em bases serem, em todos os pontos, muito baixos, não registrou-se a ocorrência de solos dos grande-grupos Umbriortox e Eutrortox. Desta forma a capacidade de retenção de cations superior ou inferior a 1,5 e.mg./100 g de argila foi a única característica diferencial que apresentou variação suficiente para a separação ao nível de grande grupo.

Não se verificou entretanto, até esse nível, a existência de outras propriedades morfológicas e/ou químicas que possibilitassem identificar outras classes além dos grandes grupos Acrortox e Haplortox.

A homogeneidade das propriedades morfológicas e físicas mantem-se mesmo ao nível de sub-grupo, não permitindo a subdivisão dos grandes grupos acima mencionados em sub-grupos distintos ocorrendo portanto, nesse nível categórico, apenas duas unidades taxonômicas: Acrortox Típico e Haplortox Típico, com a mesma distribuição porcentual dos respectivos grandes grupos como pode ser observado no quadro 9.





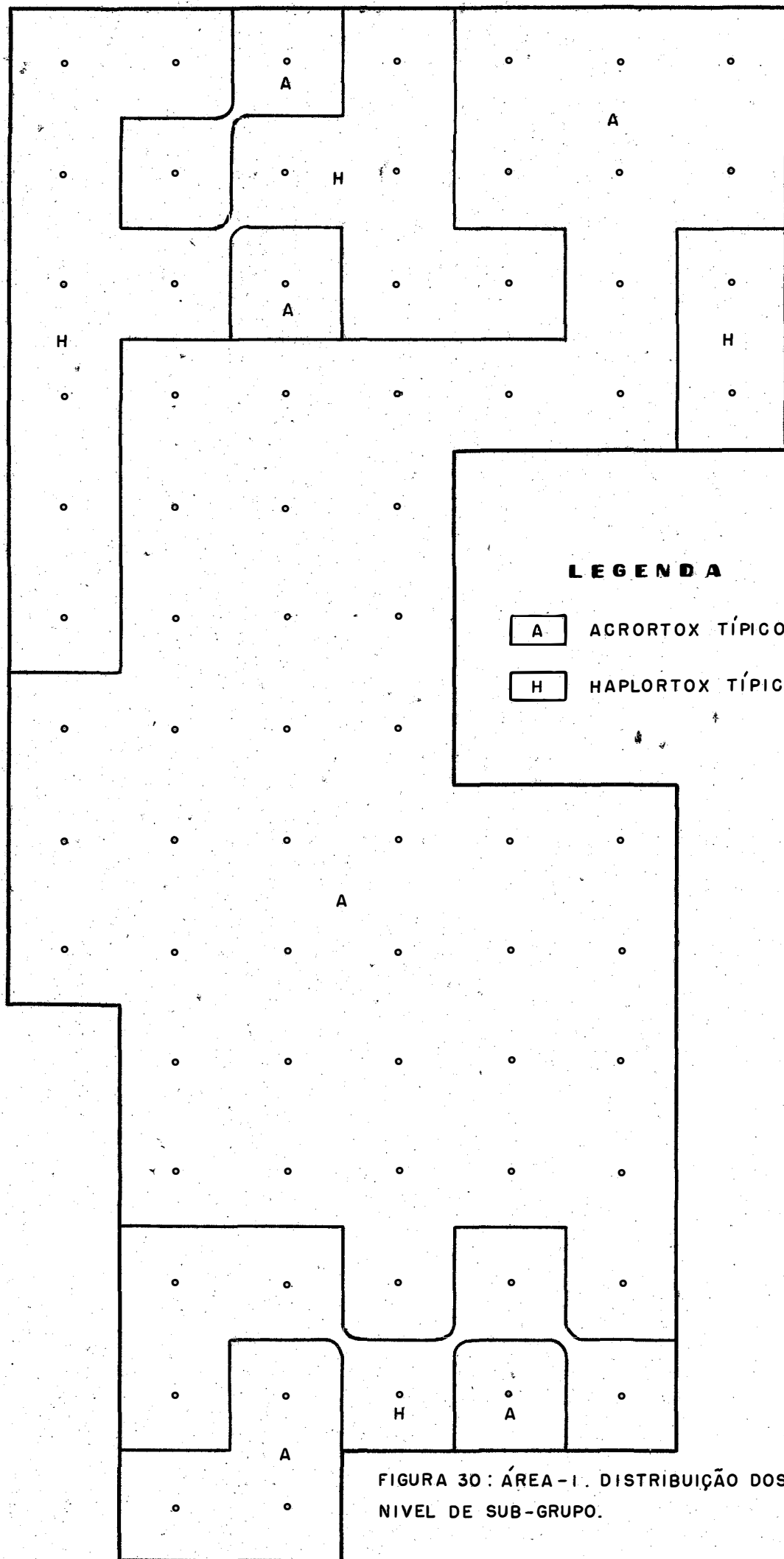


FIGURA 30 : ÁREA - I . DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS AO NÍVEL DE SUB-GRUPO.

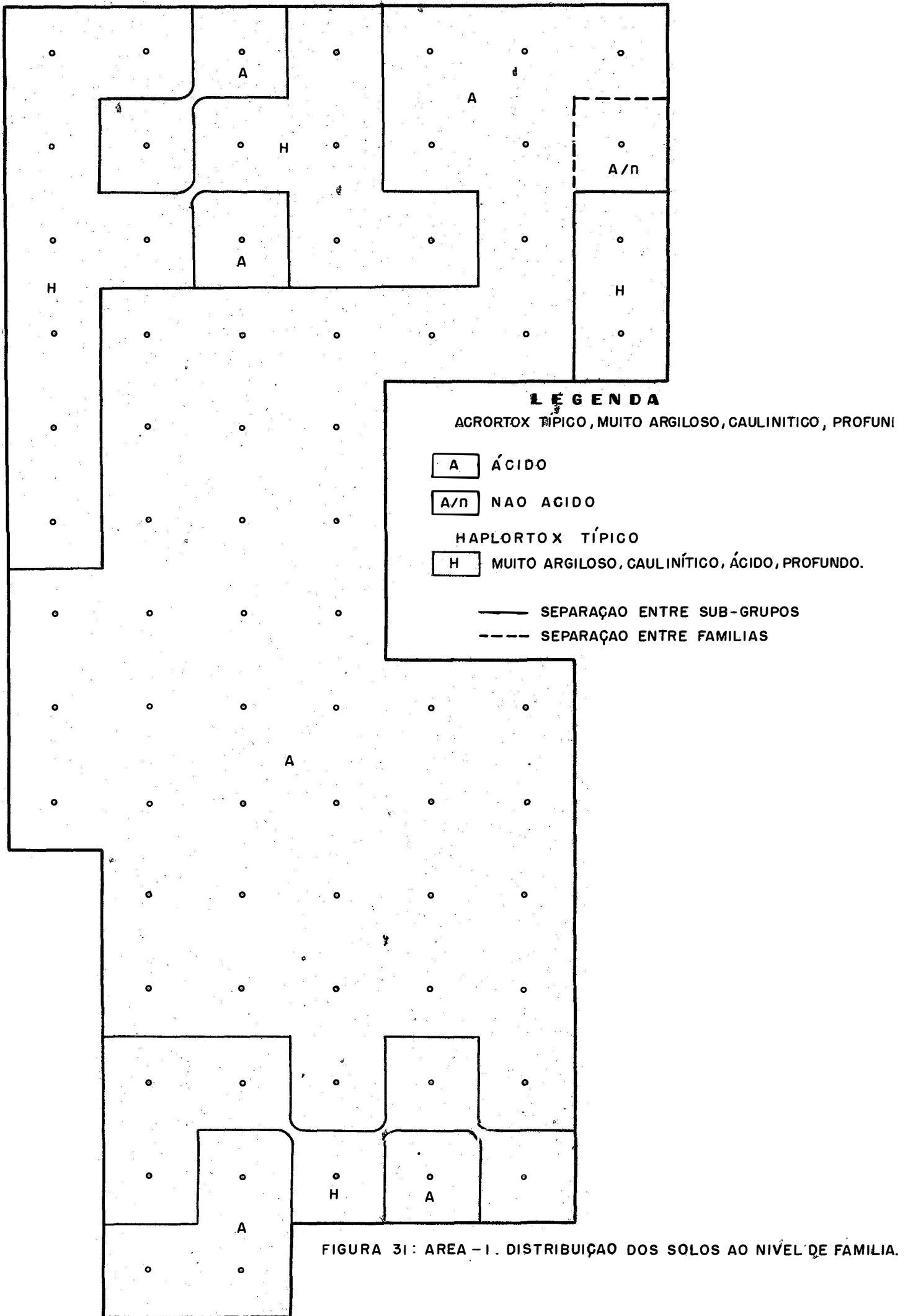
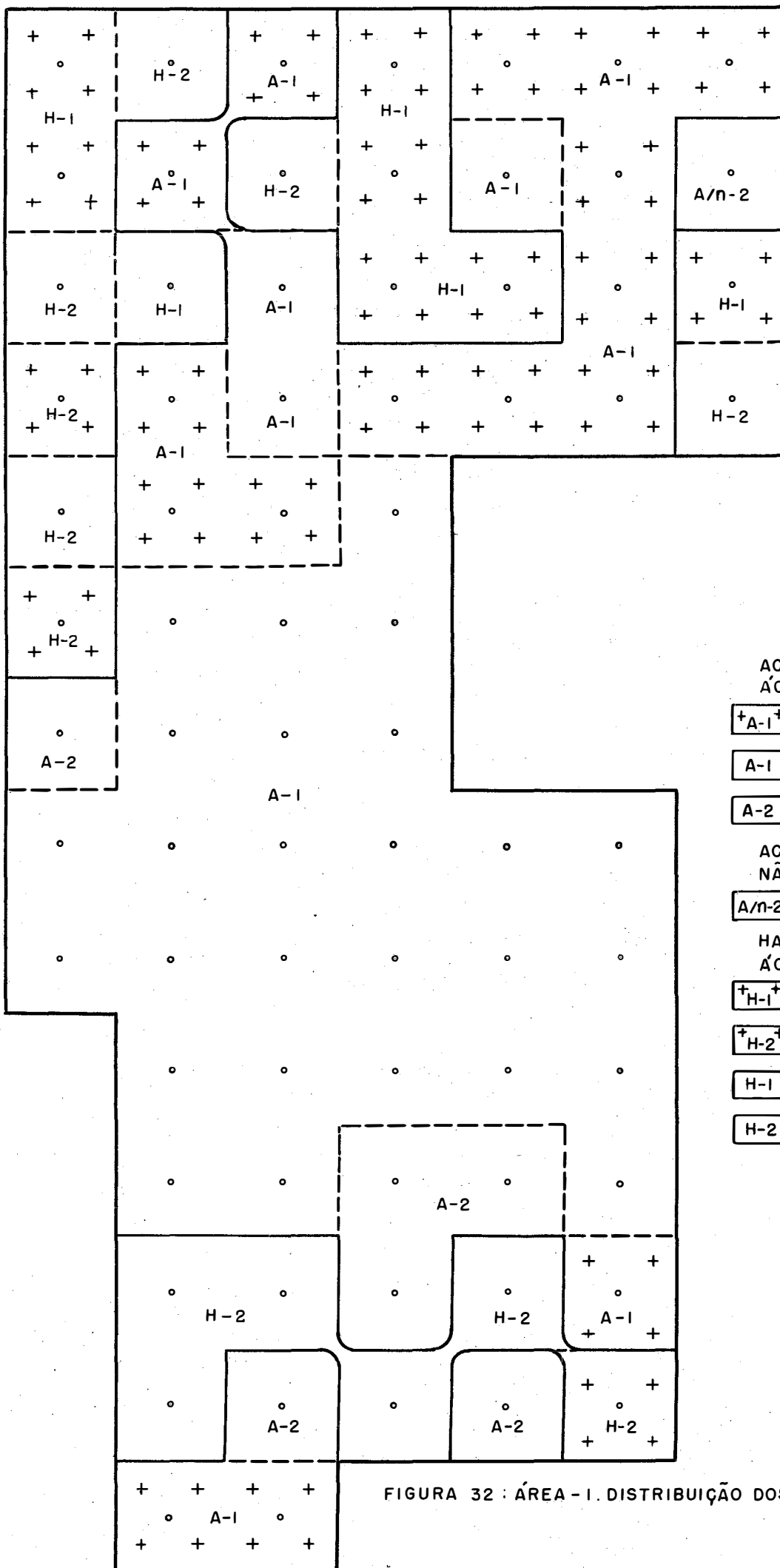


FIGURA 31: AREA - I. DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS AO NÍVEL DE FAMÍLIA.



**LEGENDA**

AGRORTOX TÍPICO, MUITO ARGILOSO, CAULINÍTICO, ÁCIDO, PROFUNDO.

**+A-1+** COM V% ≥ 10, NÃO ÁLICO

**A-1** COM V% < 10, NÃO ÁLICO

**A-2** COM V% < 10, ÁLICO

AGRORTOX TÍPICO, MUITO ARGILOSO, CAULINÍTICO, NÃO ÁCIDO, PROFUNDO.

**A/n-2** COM V% < 10, ÁLICO

HAPLORTOX TÍPICO, MUITO ARGILOSO, CAULINÍTICO, ÁCIDO, PROFUNDO.

**+H-1+** COM V% ≥ 10, NÃO ÁLICO

**+H-2+** COM V% ≥ 10, ÁLICO

**H-1** COM V% < 10, NÃO ÁLICO

**H-2** COM V% < 10, ÁLICO

———— SEPARAÇÃO ENTRE FAMÍLIAS  
 - - - - SEPARAÇÃO ENTRE SÉRIES

FIGURA 32 : ÁREA - I. DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS AO NÍVEL DE SÉRIE.

Quadro 9. - Frequência porcentual dos pontos amostrados segundo o nível de levantamento e unidade taxonômica considerados. Área-1.

Nível de levantamento	Unidade taxonômica	Nº de pontos	% de frequência
Ordem	Oxissolo	74	100,0
Sub-ordem	Ortox	74	100,0
Grande-grupo	Acrortox	53	71,7
	Haplortox	21	28,3
Sub-grupo	Acrortox Típico	53	71,7
	Haplortox Típico	21	28,3
Família	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo	52	70,3
	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, não ácido, profundo	1	1,4
	Haplortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo	21	28,3
Série	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico ácido, profundo		
	- com $V \geq 10\%$ não álico	16	21,6
	- com $V < 10\%$ não álico	30	40,5
	- com $V < 10\%$ álico	6	8,1
	Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, não ácido, profundo		
	- com $V < 10\%$ não álico	1	1,4
	Haplortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo		
- com $V \geq 10\%$ , não álico	7	9,5	
- com $V \geq 10\%$ , álico	3	4,0	
- com $V < 10\%$ , não álico	1	1,4	
- com $V < 10\%$ , álico	10	13,5	

O pH em água, superior a 5,5 verificado na camada d do ponto 14, permitiu enquadrar o sub-grupo Acrortox Típico, também na classe dos solos não ácidos, subdividindo-o assim, em duas famílias, a ácida representando 70,3% dos pontos e a não ácida, 1,4%. As variações de textura e mineralogia da fração argila, não apresentam amplitude suficiente para permitir subdivisões ao nível de família (Figura 31).

As condições pedoclimáticas e a espessura do solo satisfazem as exigências taxonômicas para considerar todos os solos analisados como pertencentes à família isotérmico, profundo, tendo-se omitido a designação da classe climática, na legenda da figura e quadro correspondentes.

Usando-se os critérios saturação em bases e caráter álico da camada d, subdividiram-se as famílias em séries, resultando oito classes nesta categoria. A série Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo com saturação em bases inferior a 10%, não álico representa a unidade de maior frequência, correspondendo a 40,5% dos pontos analisados como mostra o quadro 9. Duas outras unidades compõem esta classe.

A família Haplortox Típico divide-se em quatro unidades, sendo a unidade Haplortox Típico, muito argiloso, caulinitico, ácido, profundo, saturação em bases inferior a 10%, álico, de maior importância espacial, correspondendo a 13,5% dos pontos analisados (Figura 32).

A família Acrortox Típico, muito argiloso, caulinitico, não ácido, profundo, tendo apenas um ponto, não poderia apresentar subdivisão. É representada portanto por apenas uma unidade caracterizada pela saturação em bases inferior a 10% e pelo caráter não álico.

Observa-se pelas unidades taxonômicas estabelecidas que as características morfológicas, físicas e mineralógicas devido a pequena variação apresentada não foram empregadas na diferenciação de classes mesmo ao nível de série, tendo-se utilizado portanto, tão somente propriedades químicas.

A julgar pelos dados apresentados, as características químicas utilizadas como diferenciais, não se correlacionam aparentemente com as características físicas, morfológicas e mineralógicas. Aliando este fato à absoluta uniformidade da paisagem, vê-se ser impraticável, apenas com observações de campo, o estabelecimento de outras classes inferiores à categoria de sub-ordem.

A classificação de solos nas categorias inferiores fica desta forma na dependência exclusiva da caracterização analítica do material coletado.

Observação semelhante foi feita nos solos da Guiana Francesa por Lévêque, o qual não encontrou nenhuma característica morfológica mesmo ao nível de detalhe, que permitisse separar solos ferralíticos, sendo a análise química nesse caso, a única solução plausível (35). Os critérios utilizados na chave de classificação dos Oxissolos podem ser encarados como uma consequência da natureza química dos solos altamente intemperizados, normais, das regiões quentes e úmidas tropicais de baixa altitude.

Se em glebas destinadas à experimentação justifica-se a coleta de material com elevada densidade de amostras por unidade de área, num levantamento de solos de amplitude regional, torna-se completamente inexecutável, para as nossas condições, tal procedimento. Não se justificaria portanto, a execução de mapas como os apresentados no presente trabalho, os

quais seriam válidos em levantamentos detalhados com grande intensidade.

Tendo em vista que as cartas topográficas do Estado de São Paulo estão sendo impressas na escala 1:50.000 e que um levantamento de solos realizado em fotos aéreas na escala 1:25.000 e publicado na primeira escala possibilita um detalhamento razoável, é lícito utilizar essas grandezas como base para as considerações que se tecem a seguir.

O número de observações (não de coleta de material para análise) considerado como necessário para efetuar um levantamento de solos com apreciável exatidão é bastante variável, (78), (37).

Tomando-se por base a recomendação da O.R.S.T.O.M. (Office de la Recherche Scientiphique et Technique d'autre Mer) de uma a quatro observações por  $\text{cm}^2$  de escala de publicação (37), verifica-se que para um levantamento de solos publicado na escala de 1:50.000 seriam necessários quatro pontos para 25 ha, o que equivaleria a três pontos para a área em estudo.

Devido as características morfológicas e a paisagem serem como já se observou, bastante uniformes, a área em apreço seria, com base em fotointerpretação e levantamento de campo, delimitada com segurança como uma unidade taxonômica simples. Posteriormente, mediante a coleta, descrição e análise de um perfil, seria correlacionada com a classificação em uso. Teríamos assim, toda a área representada por apenas uma unidade taxonômica simples.

Não obstante as figuras 30, 31 e 32, mostrarem que os solos distribuem-se já ao nível de grande grupo de maneira aparentemente caótica, o quadro 9 indica haver até o nível de



família, acentuada predominância de uma unidade de mapeamento sobre as outras. Pode-se admitir, portanto, como elevada a probabilidade da maioria dos pontos de observação e controle, serem amostrados na unidade predominante. Conseqüentemente a probabilidade de se localizar o perfil representativo da classe, na unidade taxonômica principal, num levantamento de solos dessa e outras áreas semelhantes, será igualmente elevada. Os pontos correspondentes a solos de outras unidades que porventura aparecessem seriam registrados como inclusões.

As inclusões de solos diferentes são componentes normais em todas as unidades de mapeamento. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos admite inclusões até 15% do total da unidade estabelecida (23).

POWELL & SPRINGER (55) e WILDING & colaboradores (76) assinalam contudo, ser 15%, um dado irreal, especialmente nos levantamentos menos generalizados, já que a porcentagem de inclusões se elevam nesses casos a valores bem superiores. Esses autores argumentam que um levantamento de solos é uma operação que usualmente oferece insuficientes observações para estimar com precisão a porcentagem de distribuição do solo, mas que permite estimativas seguras das unidades de solos dominantes. Com base em seus estudos, sugerem que as unidades de mapeamento sejam definidas em termos de duas ou mais unidades taxonômicas dominantes sem especificar a porcentagem de cada uma delas.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos percebendo que o limite de 15% era muito pequeno propôs recentemente níveis mais amplos, os quais constituem ainda normas internas, não estando inteiramente testadas (23).

Os dados apresentados no quadro 9 confirmam as observações mencionadas acima, visto que as porcentagens de inclu-

sões elevariam-se a mais de 15% já ao nível de grande grupo aumentando mais ainda nas categorias inferiores.

Devido as pequenas variações apresentadas pela textura e mineralogia e também pelas características morfológicas em geral, as subdivisões dos solos estudados ficaram, até a categoria de família, na dependência das variações das características químicas.

As variações dessas características no entanto, apesar de importantes em alguns casos - soma e saturação em bases, por exemplo - apresentam na área em estudo a maioria dos pontos com valores inferiores àqueles preconizados na conceituação das classes, permitindo por isso, chegar-se até o nível de família com predominância absoluta de uma classe de solos.

Tendo em vista a escala de publicação dos mapas topográficos do Estado de São Paulo, a homogeneidade das características morfológicas, a pequena variação das características físicas e mineralógicas e de algumas características químicas, e levando em conta ainda que aparentemente não há associação entre as características morfológicas e as características químicas, os dados apresentados sugerem ser o nível de família, o mais adequado nas nossas condições para levantamentos semi-detalhados de solos, em áreas de Latossolo Vermelho-Escuro-Orto, tomando por base a classificação americana de solos.

## 6.2 - Área-2

### 6.2.1 - Características morfológicas

Os solos da Área-2, apresentaram também grande uniformidade nas características morfológicas, especialmente no B óxico, por isso, manteve-se os mesmos critérios expostos no

item 6.1.1, ou seja apresentação apenas da morfologia referente as trincheiras de 100 cm de espessura e dos valores modais e respectivas variações encontradas em cada uma das características estudadas.

Em todos os pontos amostrados, tanto a camada superficial como subsuperficial apresentaram textura de "campo", argilosa ou muito argilosa. Não houve concordância absoluta entre as classes texturais obtidas no campo e no laboratório. Este fato possivelmente resulte de uma manipulação insuficiente do material no campo.

Em vários pontos a classe textural muito argilosa obtida no laboratório foi definida no campo como argilosa, se bem que, notou-se sempre nesses casos, haver grande porcentagem de argila.

Em todas as amostras foi pequena a porcentagem de areia grossa. As frações limo e areia fina apresentaram alguma variação, especialmente na camada superficial, porém devido aos teores elevados de argila não se levou esse fato em consideração.

A textura, mesmo no campo, permitiu portanto a separação dos solos nas classes argilosa e muito argilosa.

Uma das características do Latossolo Roxo é a pequena diferença de cor entre os horizontes A e B e entre perfis (49), (63). Os solos observados apresentaram também essa característica, daí a variação encontrada ter sido pequena.

O matiz da maioria dos pontos observados apresentou-se centrado na notação Munsell 2.5YR tanto na amostra úmida como úmida amassada e seca, ocorrendo contudo, pequenas variações na relação valor/croma. Em alguns pontos observou-se solos

com notação 1.5YR ou 3YR.

A amostra seca triturada apresentou o matiz centrado na notação Munsell 5YR, ocorrendo em alguns pontos matiz 4YR.

Observaram-se com frequência pequenas diferenças de cor entre amostras de camadas de uma mesma trincheira quando feita a comparação direta entre amostras porém não se conseguiu fazer distinção usando-se a tabela Munsell.

Da mesma forma que na Área-1, os perfis apresentaram grande homogeneidade horizontal e vertical com respeito a esta característica.

A cor modal e as respectivas variações verificadas nas camadas superficial e subsuperficial para as amostras úmida, úmida amassada, seca e seca triturada, estão relacionadas no quadro 10.

As variações encontradas foram consideradas como insuficientes para servir de critério diferencial de classe já que OLIVEIRA & MONIZ (50) em trabalho realizado em Latossolo Roxo apresentando variação de cor mais acentuada que no caso presente, acharam não haver diferenças significativas nas propriedades químicas, físicas e morfológicas dos solos com cores diferentes, fato que permite estender para a classe dos Latossolos com alto teor de ferro as observações de Bennema e Camargo no capítulo 6.1.1.

A estrutura da camada superficial apresentou-se na maioria dos pontos observados, 57, como granular, média e pequena fraca. As variações encontradas foram descritas como granular, média, forte; granular média moderada para fraca e pequena fraca; granular, média e pequena moderada; granular, pequena, fraca.

Quadro 10. - Cor modal das camadas superficial, a e subsuperficial, d, a vários níveis de unidade e suas respectivas variações.

Camada	Condição de umidade da amostra	Cor Modal	Nº de pontos observados	Variações
Superficial	úmida	2.5YR 3/3	60	3/4; 3.YR 3/3; 1.5YR 3/4
	seca	2.5YR 3/5	59	3/6; 4/4; 3.YR 3/6; 1.5YR 3/6
	úmida amassada	2.5YR 4/4	60	4/3; 3.YR 4/4; 3.5YR 3/4; 1.5YR 4/4
	seca triturada	5YR 5/6	56	4/6; 4/8; 5/8; 4.YR 4/6, 5/6
Subsuperficial	úmida	2.5YR 3/4	59	3/5; 3.YR 3/4; 1.5YR 3/4
	seca	2.5YR 4/5	63	3.YR 3/5; 1.5YR 4/6
	úmida amassada	2.5YR 4/4	62	3.YR 4/5; 3.5YR 4/4
	seca triturada	5YR 4/8	58	4/6; 4/7; 5/6; 4YR 4/6

Todos os pontos observados com exceção do 31 apresentaram-se apédicos e bastante porosos a partir de 40-50 cm, mantendo-se assim até a base das trincheiras de 100 cm.

O ponto 31, figura 54, apresentou a partir dos 25 cm estrutura sub-angular, média e pequena, moderada com cerosidade moderada e comum tanto nas faces verticais como horizontais das unidades estruturais. Essas características serviram inicialmente, para identificar essa camada como um horizonte argílico e considerar esse solo como um Ultissolo ou Alfissolo.

Convém assinalar que os pontos circunvizinhos do 31, a saber 25, 32 e 37 não apresentaram qualquer sinal de estruturação, e por este motivo, não puderam ser enquadrados como Tropeptic.

As camadas intermediárias apresentaram estruturas do tipo granular e sub-angular, geralmente pequena e muito pequena, fraca.

As observações de campo indicam portanto que, com exceção do ponto 31, as variações verificadas verticalmente são normais e características da unidade Latossolo Roxo, enquanto que horizontalmente elas se apresentaram homogêneas. As variações encontradas foram de pequeno significado, não permitindo portanto considerar esta característica morfológica como critério diferencial de classe na área considerada.

A consistência da amostra seca e úmida da camada subsuperficial foi observada apenas nas trincheiras de 100 cm de espessura.

Na camada superficial a consistência da amostra seca, apresentou-se em 60 pontos como ligeiramente dura, em cinco como macia e em um como dura. A camada subsuperficial apresen-

tou-se sempre como macia.

A consistência da amostra úmida da camada superficial apresentou-se em 60 pontos como friável, em três como muito friável e ainda em três como firme. A camada subsuperficial apresentou-se com muito friável em 63 pontos e como friável nos restantes.

Em 60 pontos da camada superficial a consistência da amostra molhada foi ligeiramente plástica e em 6 foi plástica, em 59 pontos foi ligeiramente pegajosa e em 7 foi pegajosa; na camada subsuperficial em 62 pontos a consistência foi ligeiramente plástica e em 4 foi plástica, em 60 foi ligeiramente pegajosa e em 6 foi pegajosa.

A camada intermediária apresenta a consistência variando de macia a ligeiramente dura, muito friável a firme, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa.

Com respeito a consistência, observa-se que a variação vertical apresentada é normal e própria do grande grupo Latossolo Roxo enquanto que horizontalmente as variações foram de pequena amplitude não permitindo, portanto, utilizar-se desta característica como critério diferencial de classe.

Com exceção de quatro pontos, os solos desta área apresentaram espessura superior a 120 cm. Os pontos 23, 29, 35 e 41, Figura 55, situados na mesma direção e cota, apresentaram contato petroférico entre 90 e 100 cm de profundidade. A bancada laterítica e a menor espessura dos solos situados nesses pontos, foram empregadas como características diferenciais de classe ao nível de sub-grupo e família, respectivamente.

As descrições morfológicas das trincheiras de 100 cm de espessura são apresentadas a seguir.

Ponto 1

- a) (0-24 cm); bruno-avermelhado escura para vermelho escuro acinzentada (2.5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), bruno vermelho-escura para vermelho-escura (2.5YR 3/5 seca), vermelho-amarelada (5YR 4/6 seca triturada); argilosa, granular média e pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- b) (24-45 cm); bruno-avermelhado escura (2.5YR 3/4 úmida), bruno-avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), vermelho escura (2.5YR 3/6 seca), vermelho amarelada (5YR 4.5/6 seca triturada); argilosa; granular média moderada; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- c) (45-80 cm); bruno-avermelhado escura (2.5YR 3/4 úmida); bruno avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), vermelho escura (2.5YR 3/6 seca); vermelho amarelada (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; maciça porosa "in situ" que se rompe em granular muito pequena (pó de café); poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
- d) (80-100<sup>+</sup> cm); idêntica a anterior; separação arbitrária entre as camadas.

Ponto 18

- a) (0-26 cm); bruno-avermelhado escura para vermelho-escuro-acinzentada (1.5YR 3/4 úmida), vermelha (1.5YR 4/6 ú-



mida amassada), vermelho-escuro (1.5YR 3/6 seca); vermelho amarelado (5YR 4/6 seca triturada); argilosa; granular média e pequena moderada; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

- b) (26-50 cm); bruno-avermelhado escuro para vermelho escuro acinzentado (2.5YR 3/3 úmida), bruno avermelhado (2.5YR 4/4 úmida amassada), vermelho-escuro para bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/5 seca), vermelho amarelado (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; subangular média fraca e granular média e pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- c) (50-83 cm); bruno-avermelhado escuro (2.5YR 3/4 úmida), bruno avermelhado (2.5YR 4/4 úmida amassada); vermelho (2.5YR 4/6 seca), vermelho amarelado (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; maciça porosa in situ que se rompe em granular pequena fraca e muito pequena (com alguns nódulos duros); poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
- d) (83-100<sup>+</sup> cm); cor, textura e porosidade idênticas à camada anterior, maciça porosa in situ que se rompe em granular muito pequena (pó de café); macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

- a) (0-30 cm); bruno avermelhado escura para vermelho escuro acinzentada (2.5YR 3/3 úmida), bruno-avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), bruno vermelho escura para vermelho-escuro (2.5YR 3/5 seca), vermelho amarelada para vermelha (4YR 4/6 seca triturada); argilosa; granular média e pequena fraca, poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- b) (30-55 cm); bruno avermelhado escura (2.5YR 3/4 úmida), bruno avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), bruno vermelho escura para vermelho escura (2.5YR 3/5 seca), vermelho-amarelada (5YR 5/8 seca triturada); argilosa; subangular pequena fraca e granular média e pequena moderada; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente duro, firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- c) (55-78 cm); bruno avermelhado escura (2.5YR 3/4 úmida), bruno avermelhada (2.5YR 4/3 úmida amassada), vermelho escuro para vermelho amarelada (3.YR 3/6 seca), vermelho amarelado (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; maciça porosa in situ que se rompe em granular média fraca e muito pequena; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, friável, plástica, pegajosa; transição difusa e plana.
- d) (78-100<sup>+</sup> cm); cor, textura, porosidade idêntica camada anterior. Maciça porosa "in situ" que se rompe em granular muito pequena (pó de café), macia, muito friável, plástica e pegajosa.

- a) (0-28 cm); bruno avermelhado escura (3.YR 3/3 úmida), bruno avermelhada (3.YR 4/4 úmida amassada), bruno avermelhado escura para vermelho escura (2.5YR 3/5 seca), vermelho amarelada (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; granular pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- b) (28-40 cm); bruno avermelhado escura para vermelho escuro acinzentada (2.5YR 3/3 úmida), bruno avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), vermelho escura (2.5YR 3/6 seca), vermelho amarelada (5YR 4/6 seca triturada); argilosa; granular pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
- c) (40-80 cm); bruno avermelhado escura (2.5YR 3/4 úmida); bruno avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), vermelho escura para bruno avermelhado escura (2.5YR 3/5 seca), vermelho amarelada (5YR 4/6 seca triturada); argilosa; maciça porosa "in situ" que se rompe em granular muito pequena (pó de café), poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
- d) (80-100<sup>+</sup> cm); idêntica à camada anterior. Separação arbitrária entre as camadas..

Ponto 64

- a) (0-31 cm); bruno avermelhado escura para vermelho escuro acinzentada (2.5YR-3/3 úmida), bruno avermelhada (2.5YR

4/4 úmida amassada), vermelho escura para bruno avermelhado escura (2.5YR 3/5 seca), vermelho amarelada (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; granular média moderada para fraca e pequena fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

b) (31-53 cm); bruno avermelhado escura para vermelho escuro acinzentada (2.5YR 3/3 úmida); bruno avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada), vermelho escura (2.5YR 3/6 seca), vermelho amarelada (5YR 5/8 seca triturada); argilosa; granular média e pequena fraca para moderada; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

c) (53-84 cm); bruno avermelhado escura (2.5YR 3/4 úmida), bruno avermelhada (2.5YR 4/4 úmida amassada); vermelho escura para bruno avermelhado escura (2.5YR 3/5 seca), vermelho amarelada (5YR 5/6 seca triturada); argilosa; maciça porosa "in situ" que se rompe em granular muito pequena (pó de café) e granular média fraca; poros muito pequenos e pequenos abundantes; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

d) (84-100<sup>+</sup> cm); difere da anterior apenas na estrutura, a qual é maciça porosa também, porém rompe apenas em granular muito pequena (pó de café).

As descrições e os dados apresentados mostram que apenas a textura e profundidade apresentaram variação suficien-

te para permitir o enquadramento dos solos em classes distintas.

A homogeneidade verificada inicialmente, apenas em termos de características externas do solo e dos elementos da paisagem local não se mantém, portanto, do ponto de vista morfológico. As variações nos valores verificados na porcentagem de argila, apesar de suficientes para permitirem o enquadramento dos solos em duas classes diferentes, não são muito pronunciados, já que se situam próximos ao valor de 60%, limite entre as classes texturais muito argilosa e argilosa.

Utilizando-se, portanto, tão somente características morfológicas como critério diferencial de classe observa-se que na área em estudo ocorrem duas unidades taxonômicas morfológicamente correlacionáveis com o Latossolo Roxo e a Terra Roxa Estruturada definidas pela Comissão de Solos (63) ou com as sub-ordens Ortox e Udalf ou Udult (25).

Devido a Terra Roxa Estruturada ocorrer em apenas um ponto dos 64 descritos, pode-se considerar essa área, também, como bastante homogênea.

Os dados morfológicos permitem também, excluir a possibilidade de ocorrência dos grandes grupos Sombriortox e Gibbsiortox. A ocorrência da bancada laterítica, permite evidenciar um sub-grupo petroférico, enquanto que a textura e a profundidade permitem separar quatro classes de solos distintos: profundos e argilosos, profundos e muito argilosos, rasos e argilosos e rasos e muito argilosos.

A pequena variação horizontal das características morfológicas verificadas nas Áreas 1 e 2, serve de apoio para justificar a razoável precisão conseguida na cartografia de solos em nível generalizado, com base em critérios morfológicos,

quando executada em extensões mais amplas do que as do presente trabalho.

### 6.2.2 - Características químicas e físicas

No quadro 11 relacionaram-se as características químicas e físicas correspondentes a cada ponto amostrado, assim como a respectiva classificação ao nível de grande grupo.

Omitiram-se os dados referentes à argila natural visto que, em todos os pontos, o valor obtido correspondente à camada d, foi inferior a 5%.

Os teores de carbono das camadas a e d permitem excluir a possibilidade de ocorrência de solos da sub-ordem Humox. Os dados climáticos e morfológicos excluem por sua vez a possibilidade de ocorrência dentre os Oxissolos, de outros solos que não aqueles pertencentes à sub-ordem Orttox.

Os teores de carbono verificados na terceira camada das trincheiras de 100 cm, foram sempre inferiores a 1%, indicando, portanto, a ausência de solos pertencentes ao grande grupo Umbriortox.

Com respeito ao pH observa-se pelo quadro 11 que nenhum ponto acusou pH em solução de cloreto de potássio superior ao pH em água. Na camada d dos pontos 16, 40, 52, 56 e 64, os valores de pH em cloreto de potássio foram iguais aos determinados em água.

O pH em água da camada subsuperficial mostrou-se inferior a 5,5 em 8 pontos, fato que permitiu separar duas classes distintas ao nível de família: a dos solos ácidos com pH em água inferior a 5,5 e a dos solos não ácidos, com pH em água igual ou superior a esse valor.

Quadro 11. - Características químicas e físicas das amostras da Área - 2 e respectiva classificação ao nível de grande grupo

Ponto	Cama-da	pH			Fases trocáveis					CFC		Comp. granulométrica			Const. umid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	LN	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )	V	m( <sup>3</sup> )	Arg.	Limo		Ar.F.	Ar.G.	1/3
		e. mg/100 g										%		atm.		atm.				
1	a	1,57	5,6	5,0	3,2	0,8	0,10	4,1	tr	9,8	15,6	42	-	63	12	12	2	28,5	20,1	Haplortox
	b	0,93	5,9	5,2	2,0	0,3	0,04	2,3	tr	7,3	11,2	32	-	65	12	22	2	28,5	22,2	
	c	0,83	5,3	5,2	1,6	0,2	0,09	1,9	tr	5,8	9,1	33	-	64	11	23	2	27,9	22,0	
	d	0,55	5,5	5,1	0,8	0,1	0,07	1,0	tr	4,4	7,2	22	-	61	14	23	2	30,0	22,3	
2	a	2,08	5,9	5,2	4,7	1,2	0,11	6,0	tr	13,5	27,5	44	-	49	24	24	3	28,8	20,2	Eutortox
	d	0,65	6,4	5,9	2,0	0,4	0,06	2,5	tr	7,4	13,2	34	-	56	13	25	2	28,7	22,4	
3	a	1,24	5,8	5,0	3,0	0,8	0,10	3,9	tr	11,5	21,7	34	-	53	22	22	3	28,8	20,3	Haplortox
	d	0,44	6,2	5,7	1,5	0,2	0,03	1,7	tr	6,9	12,3	25	-	56	19	24	2	29,0	22,2	
4	a	1,64	5,8	5,0	3,0	0,1	0,08	3,2	tr	11,1	21,3	29	-	52	22	24	2	28,1	19,9	Eutortox
	d	0,61	6,3	5,7	1,7	0,3	0,04	2,0	tr	7,1	12,7	28	-	56	17	24	2	28,5	22,2	
5	a	2,34	6,0	5,2	4,8	1,1	0,23	6,1	tr	13,5	29,3	45	-	46	27	24	3	28,5	19,8	Eutortox
	d	0,65	6,5	5,9	2,0	0,4	0,06	2,5	tr	6,7	12,0	37	-	56	17	26	3	27,3	21,8	
6	a	2,10	5,9	5,0	3,5	1,2	0,15	4,9	tr	12,8	20,6	38	-	62	18	18	2	28,9	19,7	Haplortox
	d	0,64	6,0	5,7	1,4	0,1	0,04	1,5	tr	6,2	10,5	24	-	59	20	19	2	29,6	22,1	
7	a	1,49	5,5	4,6	1,8	0,6	0,11	2,5	tr	10,4	17,6	24	-	59	21	19	2	28,6	19,5	Acrortox
	d	0,63	5,6	5,2	0,7	0,1	0,04	0,8	tr	5,8	10,7	14	-	54	22	22	3	29,3	21,7	
8	a	1,56	5,6	4,9	2,1	0,6	0,11	2,8	tr	10,7	19,8	26	-	54	21	23	2	27,5	19,5	Haplortox
	d	0,63	5,9	5,5	1,0	0,1	0,04	1,1	tr	5,7	10,2	19	-	56	21	22	3	27,6	22,2	
9	a	1,68	5,7	5,0	3,2	0,9	0,13	4,3	tr	12,3	22,3	35	-	55	21	22	3	27,6	20,0	Eutortox
	d	0,60	6,2	5,9	1,3	0,2	0,05	1,6	tr	5,6	9,7	29	-	58	20	21	2	28,5	20,4	

Continua

Quadro 11. - continuação

Ponto	Camé- da	pH		Bases trocáveis					CPC		V m <sup>(3)</sup>	Arg. Limo Ar.F. Ar.G.	Comp. granulométrica		Const. umid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	Ca	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(1)	(2)			1/3	15	atm.	atm.				
10	a d	1,50 0,59	5,6 5,4	4,8 5,4	2,5 0,4	0,8 0,1	0,27 0,14	3,6 0,6	tr tr	11,8 6,2	21,1 10,3	31 10	- -	56 60	19 17	24 22	2 2	28,0 31,6	20,5 22,8	Acortox
11	a d	1,49 0,62	5,6 6,2	4,8 5,9	2,7 1,9	0,8 0,4	0,10 0,05	3,6 2,4	tr tr	11,6 6,7	21,1 11,4	31 36	- -	55 59	19 14	23 22	3 2	28,2 29,6	20,1 22,4	Eutortox
12	a d	1,63 0,63	5,8 6,3	5,0 5,9	3,3 1,6	0,8 0,2	0,11 0,08	4,2 1,9	tr tr	12,6 6,8	25,2 12,1	33 28	- -	50 56	25 20	23 22	3 2	29,3 29,9	19,7 22,6	Eutortox
13	a d	1,49 0,56	5,6 5,6	4,7 4,6	2,6 1,2	0,6 0,2	0,11 0,08	3,3 1,5	tr tr	12,1 7,0	22,4 12,1	27 21	- -	54 58	24 20	20 19	3 3	27,8 30,0	20,5 23,1	Haplortox
14	a d	1,61 0,59	5,2 5,1	4,6 5,0	2,1 0,4	0,7 0,1	0,13 0,08	2,9 0,6	tr tr	9,5 4,9	16,4 8,2	31 12	- -	58 60	18 17	22 21	3 2	28,4 29,5	20,8 23,0	Acortox
15	a d	2,07 0,66	5,5 6,3	4,9 5,9	4,0 1,6	0,9 0,4	0,15 0,07	5,1 2,1	tr tr	11,9 5,0	26,4 8,5	43 42	- -	45 59	30 21	22 19	3 2	26,9 29,2	20,4 22,5	Eutortox
16	a d	1,46 0,58	5,3 5,7	4,7 5,7	2,0 0,8	0,7 0,2	0,19 0,04	2,9 1,0	tr tr	9,1 3,3	15,7 5,8	32 30	- -	58 57	18 21	22 20	3 2	26,8 29,1	20,3 22,8	Eutortox
17	a d	1,37 0,54	5,5 5,6	4,7 5,4	2,1 0,5	0,9 0,1	0,14 0,04	3,1 0,6	tr tr	8,5 3,4	14,9 5,4	36 18	- -	57 63	18 16	23 20	2 2	27,2 30,5	20,4 23,6	Acortox
18	a b c d	2,46 1,29 0,24 0,68	5,2 5,8 6,1 6,3	4,7 5,1 5,4 5,8	4,6 4,6 4,1 3,2	1,2 0,7 0,6 0,5	0,31 0,07 0,06 0,04	6,1 5,4 4,8 3,7	tr tr tr tr	14,2 10,0 8,7 6,3	29,0 17,2 14,5 11,1	43 54 55 59	- -	49 52 60 57	22 17 17 18	26 24 23 23	3 2 3 2	27,0 28,4 28,1 29,5	21,5 22,1 22,2 22,5	Eutortox
19	a d	1,28 0,49	5,8 6,7	5,0 6,1	4,0 2,4	1,0 0,5	0,10 0,14	5,1 3,0	tr tr	11,0 4,9	18,9 8,3	46 61	- -	53 59	19 19	21 20	3 3	28,3 30,9	20,4 22,9	Eutortox
20	a d	1,49 0,66	5,7 6,0	4,9 5,9	2,9 1,6	1,0 0,7	0,15 0,09	4,1 2,4	tr tr	11,0 5,2	19,3 8,5	37 46	- -	57 61	21 19	20 18	3 2	28,8 30,1	20,1 23,1	Eutortox

Continua



Quadro 11. - continuação

Ponto	Cama-		pH		Bases trocáveis					CTC		V	m <sup>(3)</sup>	Comp. granulométrica		Cor. t. unid.		Classif.		
	da	C	H <sub>2</sub> O	IN	Ca	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )			Arg.	Limo	Ar.F.	Ar.G.		1/3	15
e. mg/100 g																				
21	a	1,62	5,5	4,7	2,8	0,9	0,26	4,0	tr	11,1	10,8	36	-	56	21	20	3	28,4	20,1	Haplortox
	d	0,65	5,2	5,1	0,7	0,3	0,12	1,1	tr	5,3	8,7	21	-	61	19	16	2	30,4	22,7	
22	a	1,48	5,5	4,7	2,6	0,9	0,11	3,6	tr	10,4	17,9	35	-	58	21	19	3	28,4	20,6	Acrortox
	d	0,52	5,3	5,2	0,2	0,2	0,07	0,4	tr	4,3	7,2	9	-	60	19	19	2	30,5	23,4	
23	a	1,56	5,6	4,9	4,2	1,0	0,18	5,4	tr	11,1	20,9	49	-	53	21	23	3	28,2	20,2	Eutortox
	d	0,53	6,0	5,8	2,0	0,4	0,20	2,6	tr	5,4	9,3	48	-	58	17	23	2	31,6	23,6	
24	a	2,01	5,5	4,8	3,3	1,1	0,18	4,6	tr	11,9	24,3	63	-	49	22	26	3	28,2	20,0	Eutortox
	d	0,56	6,3	6,0	2,5	0,5	0,06	3,1	tr	5,7	9,7	54	-	59	17	22	2	30,7	23,1	
25	a	1,65	5,5	4,7	2,6	1,2	0,26	4,1	tr	10,5	18,4	39	-	57	17	24	3	28,3	20,1	Haplortox
	d	0,58	5,5	4,7	0,2	0,3	0,46	1,0	tr	6,2	9,8	16	-	63	16	20	2	31,4	23,8	
26	a	2,06	5,2	4,5	2,5	1,1	0,24	3,8	0,5	11,9	20,5	32	11	58	18	21	3	29,3	21,1	Acrortox
	d	0,63	5,5	4,9	0,4	0,2	0,07	0,7	tr	5,9	9,4	12	-	63	15	20	2	32,3	23,4	
27	a	1,75	5,5	4,9	3,9	4,0	0,12	5,0	tr	12,9	24,3	39	-	53	21	23	3	28,7	19,9	Eutortox
	d	0,72	5,6	5,4	2,0	0,4	0,07	2,5	tr	6,8	11,0	37	-	62	16	20	2	30,1	22,4	
28	a	1,33	5,7	4,9	2,3	0,8	0,12	3,2	tr	10,4	18,6	31	-	56	20	22	3	29,5	19,7	Acrortox
	d	0,68	5,5	5,2	0,5	0,1	0,05	0,7	tr	4,4	7,6	16	-	58	21	20	2	31,0	22,4	
29	a	1,62	5,7	4,8	3,9	0,9	0,15	5,0	tr	12,1	23,3	41	-	52	22	24	2	29,9	20,7	Eutortox
	d	0,62	6,0	5,6	1,9	0,4	0,13	2,4	tr	5,5	9,7	44	-	61	15	21	3	31,5	23,5	
30	a	1,94	5,7	4,8	3,3	1,3	0,13	4,7	tr	11,7	23,4	40	-	50	21	27	3	28,7	20,6	Eutortox
	d	0,67	6,1	5,8	2,3	0,6	0,06	3,0	tr	5,9	9,7	51	-	61	16	21	2	32,2	23,9	
31	a	1,86	5,6	4,9	5,5	1,3	0,15	7,0	tr	14,1	27,6	50	-	51	19	27	4	28,0	19,4	Uduf
	d	0,62	6,9	6,2	3,7	0,8	0,19	4,7	tr	6,5	10,7	72	-	61	16	21	3	30,2	23,6	

Continua

Quadro 11. - continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis					CTC		V m <sup>(3)</sup>	Compi.grenulométrica		Const. umid. 1/3 atm. .15 atm.	Classif.				
		C	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )		Arg.	Limo			Ar.F.	Ar.G.		
32	a	1,65	5,7	4,7	3,3	0,2	0,24	3,7	tr	10,2	13,6	36	55	17	25	3	28,4	19,2	Acortox
	d	0,53	5,1	4,7	0,3	0,3	0,16	0,8	tr	5,2	9,5	14	62	15	20	3	30,6	23,3	
33	a	1,79	5,7	4,7	2,9	0,9	0,27	4,1	tr	11,2	22,4	35	53	21	24	3	28,6	20,7	Eutortox
	b	1,15	5,7	5,0	2,5	0,6	0,14	3,2	tr	8,8	14,2	36	62	16	21	3	28,8	22,2	
	c	0,84	6,0	5,3	2,0	0,5	0,20	2,7	tr	7,5	12,3	36	61	14	23	2	29,4	22,5	
	d	0,61	5,5	5,3	1,1	0,4	0,25	1,8	tr	6,0	10,0	30	60	16	23	2	31,0	22,9	
34	a	1,80	5,6	4,9	3,6	0,9	0,12	4,6	tr	12,3	22,4	37	55	15	23	3	28,8	20,2	Eutortox
	d	0,66	6,5	6,0	1,7	0,4	0,08	2,2	tr	4,9	8,8	45	56	22	21	2	29,2	22,8	
35	a	1,66	5,6	4,9	2,8	1,0	0,43	4,2	tr	11,4	21,9	37	52	20	26	2	29,4	20,4	Eutortox
	d	0,56	5,5	5,2	1,3	0,2	0,09	1,6	tr	5,9	10,0	27	59	16	22	3	28,6	23,6	
36	a	1,41	6,0	4,9	3,3	1,0	0,32	4,3	tr	9,8	17,5	44	56	18	24	2	28,8	21,5	Eutortox
	d	0,50	6,3	6,1	1,9	0,4	0,20	1,6	tr	3,6	6,0	44	60	16	23	2	30,3	23,2	
37	a	1,65	5,5	4,5	2,4	1,0	0,13	3,5	tr	10,8	18,9	32	57	17	23	3	27,8	19,0	Acortox
	d	0,58	5,4	4,9	0,6	0,2	0,10	0,9	tr	5,2	8,4	17	62	14	22	2	31,2	23,3	
38	a	1,42	5,3	4,4	2,1	0,9	0,14	3,1	0,6	10,4	17,9	30	58	18	22	3	27,2	19,2	Eutortox
	d	0,77	6,0	5,9	1,2	0,8	0,08	2,8	tr	5,5	9,3	51	59	16	22	2	30,2	22,6	
39	a	1,52	5,3	4,7	2,8	0,8	0,13	3,7	tr	10,8	19,3	34	56	21	21	2	29,9	20,1	Haplortox
	d	0,65	5,3	5,1	0,8	0,2	0,04	1,0	tr	4,7	7,8	21	60	18	21	2	31,5	22,7	
40	a	1,64	5,2	4,6	2,2	1,0	0,27	3,5	tr	10,7	19,5	33	55	21	22	2	28,1	20,6	Haplortox
	d	0,62	5,2	5,2	0,8	0,2	0,03	1,0	tr	4,4	7,6	23	58	20	20	2	30,5	22,4	
41	a	1,81	5,7	4,8	3,4	1,3	0,13	4,8	tr	12,0	20,7	40	45	28	25	3	28,5	20,0	Eutortox
	d	0,57	6,2	5,9	2,4	0,5	0,05	3,0	tr	5,7	9,2	53	62	17	21	1	30,4	23,2	
42	a	1,57	5,8	5,0	2,4	1,0	0,35	3,4	tr	8,9	15,6	38	57	20	21	2	28,6	20,9	Eutortox
	d	0,43	6,3	6,0	0,9	0,6	0,10	1,6	tr	3,8	6,3	42	60	16	23	2	30,7	23,2	

Continua

Quadro 11. continuação

Ponto	Cama- da	pH		Bases trocáveis				CTC			Comp. granulométrica			Const. unid.		Classif.			
		C	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )	V m( <sup>3</sup> )	Ar.F.	Ar.G.	1/3 atm.		15 atm.		
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		g	g	
43	a	1,53	5,7	4,9	3,3	1,0	0,09	4,4	tr	11,3	22,2	39	51	21	25	3	28,3	19,5	Entortox
	b	0,98	6,1	5,3	3,3	0,4	0,07	3,8	tr	8,5	13,9	45	61	15	21	3	27,0	21,0	
	c	0,73	6,5	5,7	2,7	0,4	0,05	3,2	tr	6,5	11,0	49	59	18	21	3	28,7	21,9	
	d	0,63	6,7	6,0	2,4	0,4	0,04	2,8	tr	5,5	9,6	51	57	19	22	3	28,6	22,0	
44	a	1,59	5,7	4,7	2,6	0,9	0,28	3,8	tr	11,0	20,4	35	54	21	23	3	28,7	20,0	Haplortox
	d	0,60	5,6	5,3	0,9	0,3	0,04	1,2	tr	5,3	8,7	25	61	16	21	2	30,3	22,5	
45	a	1,80	5,7	4,8	3,3	1,0	0,15	4,5	tr	12,3	23,7	37	52	22	23	3	28,7	21,3	Entortox
	d	0,59	6,6	6,0	2,2	0,3	0,03	2,5	tr	5,2	9,0	48	53	18	22	2	30,0	22,3	
46	a	1,39	5,8	4,9	2,5	0,8	0,10	3,4	tr	9,7	17,3	35	56	20	22	2	28,6	19,7	Entortox
	d	0,55	6,4	6,1	1,4	0,3	0,03	1,7	tr	3,9	6,4	44	61	17	21	1	28,6	21,7	
47	a	1,54	5,8	4,8	2,9	1,1	0,23	4,2	tr	11,3	24,6	37	46	28	24	3	27,4	19,9	Entortox
	d	0,53	6,3	6,0	1,7	0,4	0,03	2,1	tr	4,4	7,2	48	61	17	21	1	29,3	22,3	
48	a	1,69	5,7	4,8	2,9	0,9	0,36	4,2	tr	11,8	21,5	36	55	21	23	2	29,1	21,3	Entortox
	d	0,59	6,0	5,6	1,6	0,3	0,19	2,1	tr	5,9	10,2	36	58	15	25	3	27,9	22,0	
49	a	1,92	5,7	4,9	3,1	1,3	0,26	4,7	tr	12,1	24,2	32	50	23	24	3	27,9	20,2	Haplortox
	d	0,60	5,6	5,4	0,8	0,3	0,04	1,4	tr	4,6	8,2	24	56	17	24	3	30,6	22,3	
50	a	1,69	5,7	4,9	3,0	0,9	0,30	4,2	tr	10,5	22,3	40	47	35	24	4	25,5	19,9	Entortox
	d	0,70	6,3	5,9	1,5	0,4	0,08	2,0	tr	4,8	8,7	42	55	20	24	2	29,1	21,9	
51	a	1,84	5,5	4,8	3,3	0,1	0,18	4,3	tr	11,3	26,2	38	43	29	26	3	30,1	19,9	Entortox
	d	0,69	6,0	5,7	1,6	0,2	0,03	1,8	tr	4,8	8,9	38	54	13	26	3	29,4	21,6	
52	a	1,47	5,7	4,9	2,6	0,7	0,16	3,5	tr	9,3	19,6	36	50	23	26	2	28,9	19,1	Entortox
	d	0,62	5,8	5,8	0,9	0,2	0,03	1,1	tr	4,0	7,0	28	57	19	24	2	30,8	22,2	
53	a	1,72	5,8	5,0	4,0	1,0	0,25	5,3	tr	11,6	25,2	46	46	24	28	3	28,7	19,8	Entortox
	d	0,54	6,4	6,2	1,6	0,3	0,08	2,0	tr	4,4	8,0	46	55	20	24	2	30,0	22,0	

Continua

Quadro 11. - continuação

Ponto	Cama-		pH		Bases trocáveis				CTC		Comp. granulométrica			Const. umíd.		Classif.				
	da	C	H <sub>2</sub> O	IN	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(1)	(2)	V m <sup>3</sup>	Arg.	Limo	Ar.F.		Ar.G.	1/3	15	atm.
%																				
e.mg/100 g																				
54	a	1,72	5,7	4,8	3,1	0,9	0,18	4,2	tr	8,6	16,9	42	51	23	24	3	29,6	20,3	22,0	Entortox
	d	0,61	6,0	5,8	1,5	0,4	0,10	2,1	tr	4,2	7,2	50	53	13	22	3	29,6	22,0	22,0	Entortox
55	a	1,80	5,6	4,9	3,4	1,0	0,09	4,5	tr	9,1	20,2	49	45	26	27	3	29,9	19,7	21,5	Entortox
	d	0,64	6,3	5,9	1,7	0,4	0,02	2,1	tr	4,2	7,8	50	54	18	25	3	28,5	21,5	21,5	Entortox
56	a	1,67	5,3	4,5	1,7	0,7	0,43	2,8	0,5	6,7	13,7	42	49	23	25	4	28,7	20,6	21,5	Haplortox
	d	0,60	5,4	5,4	0,9	0,1	0,03	1,0	tr	2,1	3,6	43	58	17	24	2	28,7	21,5	21,5	Haplortox
57	a	1,66	5,5	4,5	1,8	0,4	0,12	2,3	0,4	11,0	23,4	21	47	25	25	3	29,1	19,9	21,3	Haplortox
	d	0,62	6,0	5,8	1,2	0,2	0,04	1,4	tr	6,4	8,0	32	55	19	24	2	28,2	21,3	21,3	Haplortox
58	a	1,58	5,2	4,4	1,5	0,5	0,11	2,1	0,6	9,6	19,2	22	50	24	24	2	30,7	12,4	21,7	Haplortox
	d	0,57	5,9	5,8	1,0	0,3	0,02	1,3	tr	3,6	6,2	36	53	17	23	2	29,0	21,6	21,6	Haplortox
59	a	1,82	5,7	4,9	3,7	0,9	0,19	4,8	tr	12,4	27,0	39	46	27	25	3	30,1	20,2	21,6	Entortox
	d	0,83	6,8	6,0	2,9	0,3	0,03	3,2	tr	5,3	10,0	60	53	22	23	2	29,4	21,6	21,6	Entortox
60	a	1,82	5,9	5,1	4,0	1,4	0,49	5,9	tr	11,5	25,6	51	45	29	23	3	28,6	20,3	21,3	Entortox
	d	0,83	6,2	5,7	2,4	0,4	0,09	2,9	tr	6,0	10,3	48	53	17	23	3	29,2	21,3	21,3	Entortox
61	a	1,59	5,5	4,7	2,3	0,7	0,10	3,1	tr	11,8	27,4	26	43	26	23	3	31,0	19,4	21,4	Haplortox
	d	0,69	5,7	5,5	0,8	0,3	0,05	1,2	tr	6,0	11,3	20	53	19	25	2	30,3	21,4	21,4	Haplortox
62	a	1,92	5,5	4,6	2,1	0,8	0,50	3,4	tr	11,9	23,3	29	42	28	26	5	30,1	20,1	20,9	Entortox
	d	0,74	5,9	5,5	5,0	0,2	0,05	1,3	tr	4,3	9,1	27	53	20	25	3	29,7	20,9	20,9	Entortox
63	a	1,78	5,7	4,8	3,4	0,7	0,12	4,2	tr	11,7	28,5	36	41	23	27	5	29,9	19,5	20,8	Entortox
	d	0,70	6,5	6,0	1,7	0,3	0,04	2,0	tr	4,2	8,4	48	50	22	24	4	28,4	20,8	20,8	Entortox

Continua

Quadro 11. - continuação

Ponto	Gamma-	PH		Bases trocáveis					CTC		Comp. granulométrica			Const. unid.		Classif.				
		C	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	( <sup>1</sup> )	( <sup>2</sup> )	V m( <sup>3</sup> )	Arg.	Limo	Ar.F.		Ar.G.	1/3	15	
		%		e. mg/100 g					%											
64	a	1,56	5,5	4,5	1,7	0,5	0,11	2,3	0,6	10,2	21,3	23	20	48	25	23	4	20,3	19,6	Haplortox
	b	1,04	5,4	4,7	1,3	0,3	1,13	1,7	tr	7,9	13,4	23	-	59	17	20	4	28,3	20,5	
	c	0,91	5,6	5,2	0,9	0,2	0,09	1,2	tr	6,7	10,7	21	-	56	19	21	4	22,1	21,0	
	d	0,76	5,5	5,5	0,6	0,2	0,05	0,9	tr	4,7	8,4	19	-	56	19	19	3	30,6	21,4	
65	a	1,94	5,8	4,8	2,5	1,1	0,33	3,9	tr	11,5	24,5	34	-	47	26	23	4	22,0	19,7	Eutrortox
	d	0,73	5,9	5,8	0,9	0,2	0,07	1,2	tr	4,7	8,7	26	-	54	22	22	3	23,8	21,0	
66	a	2,15	5,8	4,8	3,6	1,2	0,29	5,1	tr	12,7	26,5	40	-	48	26	22	4	27,5	20,2	Eutrortox
	d	0,65	6,3	6,0	1,1	0,3	0,09	1,5	tr	4,8	8,9	31	-	54	24	19	3	28,0	21,8	

(<sup>1</sup>) C.T.C. referente a 100 g T.F.S.A.

(<sup>2</sup>) C.T.C. referente a 100 g argila

(<sup>3</sup>) m =  $Al^{3+} / 100 / Al^{3+} + S$

A camada superficial apresentou pH em água inferior a 5,5 em 9 pontos.

Os três grandes grupos de Oxissolos assinalados apresentam aumento de pH em profundidade, sendo este fato contudo, mais comum nos Eutrortox e menos nos Acrortox. Esta variação vertical de acidez foi considerada sem expressão para efeito de classificação.

Os valores de cálcio, magnésio e potássio, da camada superficial da grande maioria dos pontos, correspondem segundo os critérios do Instituto Agrônomo (13) ao nível médio, caracterizando esses solos como medianamente supridos em nutrientes. Na camada subsuperficial esses valores caem bastante, correspondendo a maior parte deles ao nível baixo.

A soma de bases, valor S, da camada subsuperficial apresenta conseqüentemente, baixos valores, não sendo, portanto, adequado o seu emprego como característica diferenciadora de classe.

Em apenas seis pontos da camada superficial constatou-se a presença de alumínio trocável, com teores em torno de 0,5 e.mg./100 g. Na camada subsuperficial não foi assinalada a presença de alumínio trocável, correspondendo desta forma a capacidade de retenção de cations, apenas à soma de bases. Devido não se ter registrado alumínio trocável em nenhum ponto da camada subsuperficial, nenhum solo apresentou-se como álico.

Nove pontos apresentaram a capacidade de retenção de cations inferiores a 1,5 e.mg./100 g de argila, permitindo grupá-los entre os Acrortox.

A capacidade de troca de cations da camada subsuperficial, cujo valor máximo é de 7,4 e.mg./100 g, é reduzida.

Devido a pequena amplitude verificada, não é recomendável o emprego dessa propriedade como característica diferencial, pelo mesmo motivo exposto na descrição dos resultados da Área-1.

O valor máximo encontrado para a capacidade de troca de cations da fração argila da camada subsuperficial foi de 13,2 e.mg./100 g, bem abaixo portanto, do valor limite de 22 e.mg./100 g (método da Seção de Pedologia) necessário para enquadrar esse horizonte como óxico. Desta forma, todos os pontos amostrados apresentam valores de capacidade de troca de cations compatíveis com os exigidos na definição de Oxissolo.

A grande maioria dos pontos apresentaram a saturação em bases da camada superficial igual ou superior a 26%. Nos pontos 7, 57, 58 e 64 a saturação em bases desta camada foi inferior a 26%, não permitindo enquadrá-los entre os Eutrortox.

Vinte e dois pontos apresentaram saturação em bases da camada d inferior a 26%, condicionando esses solos, à categoria dos distróficos juntamente com os solos correspondentes aos pontos 57 e 58 os quais, ficaram previamente enquadrados nesta classe, apesar de apresentarem saturação em bases da camada subsuperficial superior a 26%.

Os pontos restantes apresentaram valores de saturação em bases, na camada d suficientemente elevada para permitir enquadrá-los no grande grupo Eutrortox, com exceção do ponto 31 o qual devido a presença aparente de um B argílico e por apresentar saturação em bases superior a 49%, foi classificado tentativamente como Udalf, já que para um enquadramento mais preciso nesta ordem haveria necessidade de se conhecer a saturação em bases a 180 cm de profundidade.

Os solos do grande grupo Eutrortox por apresentarem

grande amplitude nos valores de saturação em bases, 26 a 72%, foram subdivididos em nível categórico mais baixo, usando-se 50% de saturação em bases como limite de separação de classe.

Devido a ausência de frações com diâmetro superior a 2 mm no material coletado, a classe de tamanho de partícula preconizada pela classificação americana como característica diferencial ao nível de família, confunde-se no caso com a textura.

Os valores de porcentagem de argila referem-se àqueles obtidos pela análise granulométrica uma vez que em todos os pontos analisados a relação entre água retida a 15 atmosferas e porcentagem de argila foi inferior a 0,5.

A composição granulométrica quer da camada superficial como subsuperficial apresentou em todos os pontos analisados o mesmo padrão de distribuição das partículas; predominância absoluta da fração argila, pouca contribuição da areia grossa, - máximo de 5% na camada superficial, e 4% na camada subsuperficial, - e areia fina e limo em geral com pequena diferença de porcentagem entre si.

A ocorrência de solos (23 pontos) com mais de 60% de argila na camada subsuperficial permitiu o estabelecimento de duas famílias: argilosa e muito argilosa.

Os valores bastante uniformes obtidos para a água retida a 1/3 e a 15 atmosferas quer da camada superficial como subsuperficial, traduzem a uniformidade desses solos com respeito ao teor de argila, matéria orgânica e mineralogia da fração argila.

### 6.2.3 Características mineralógicas



Observa-se no quadro 12, que com exceção do ponto 31, representado por um Alfissolo, nos restantes, os teores de caulinita e de gibbsita da camada subsuperficial são sempre inferiores a 50% (em peso) na fração argila, excluindo a possibilidade de tratar-se de solos da família caulinitica ou gibbsitica. A somatória das porcentagens de caulinita e gibbsita, sempre superior a 65%, indica ser de 35% apenas, a contribuição dos outros constituintes da fração argilosa. Segundo a chave para classes mineralógicas da classificação americana (25) os solos em estudo enquadram-se na família mesclada (mixed).

Observa-se ainda no quadro 12 que as variações na porcentagem desses minerais são maiores entre pontos, do que entre camadas de um mesmo ponto, indicando haver maior variação horizontal do que vertical.

Nas figuras 33, 34 e 35 pode observar-se que os picos dos diversos difratogramas ocorrem nos mesmos espaçamentos, indicando grande uniformidade mineralógica do ponto de vista qualitativo.

A interpretação desses difratogramas e daqueles referentes às amostras submetidas à várias temperaturas, figuras 36 e 37 permite identificar a caulinita, a gibbsita e em alguns casos a vermiculita, esta última bem menos evidenciada que nas amostras provenientes da Área-1.

#### 6.2.4 - Resultados estatísticos.

No quadro 13 são apresentadas as diversas estatísticas estimadas para cada uma das características consideradas. O alumínio trocável por ocorrer em apenas cinco pontos da camada superficial e não apresentar, distribuição normal, não se

Quadro 12. - Distribuição percentual da caulinita e da gibbsita na camada superficial a e subsuperficial d de alguns pontos amostrados da Área-2.

Ponto	Camada	Caulinita	Gibbsita	Soma
1	a	43,0	30,5	82,5
	d	30,0	36,5	75,5
7	a	45,0	41,0	86,0
	d	37,5	40,0	77,5
10	a	38,5	33,5	72,0
	d	45,5	40,0	85,5
19	a	50,0	26,5	76,5
	d	48,0	27,0	75,0
21	a	47,5	24,5	72,0
	d	46,0	20,5	75,5
29	a	46,0	22,7	68,7
	d	45,1	28,0	73,1
31	a	61,0	16,0	77,0
	d	52,0	15,0	67,0
33	a	58,0	26,5	84,5
	d	47,0	22,5	69,5
42	a	48,0	20,0	77,0
	d	49,0	23,5	72,5
43	a	30,5	30,0	69,5
	d	43,0	20,5	72,5
45	a	45,0	31,0	76,0
	d	30,0	33,0	72,0
54	a	32,5	36,0	68,5
	d	40,0	41,0	81,0

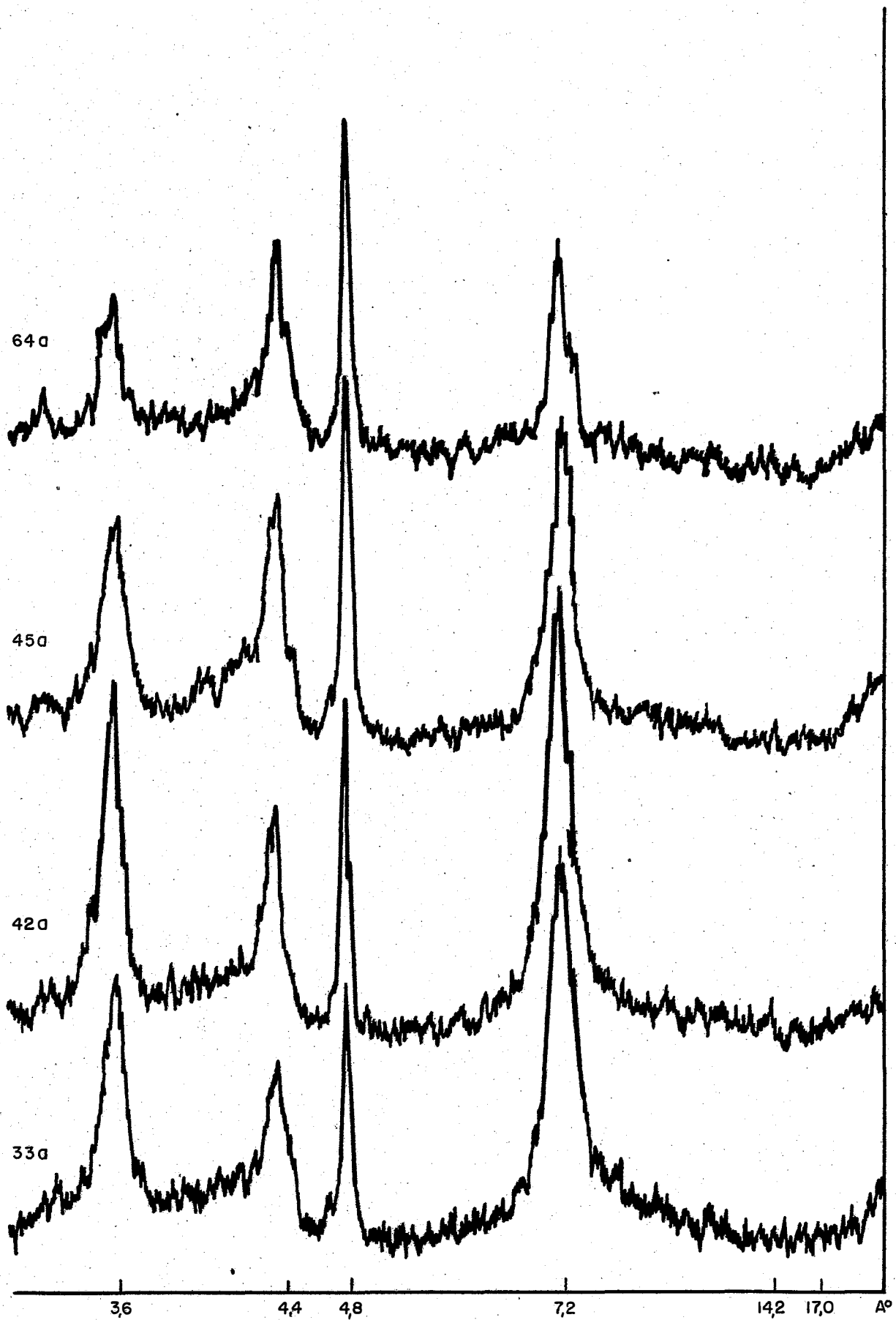


Figura 33 - Difratoqramas da fração argila de várias amostras da camada superficial. Área-2.

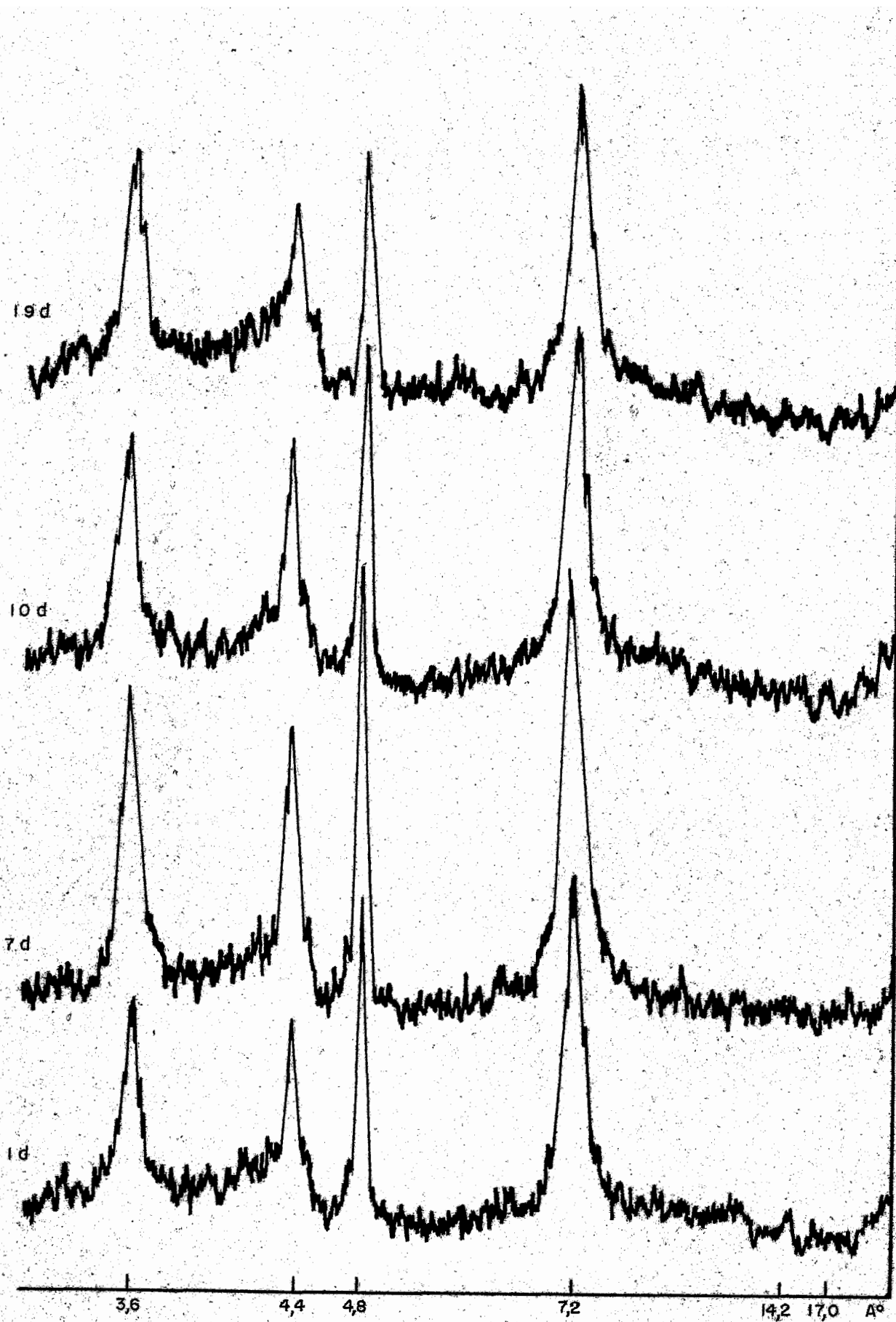


Figura 34 - Difratoigramas da fração argila de várias amostras da camada subsuperficial. Área-2.

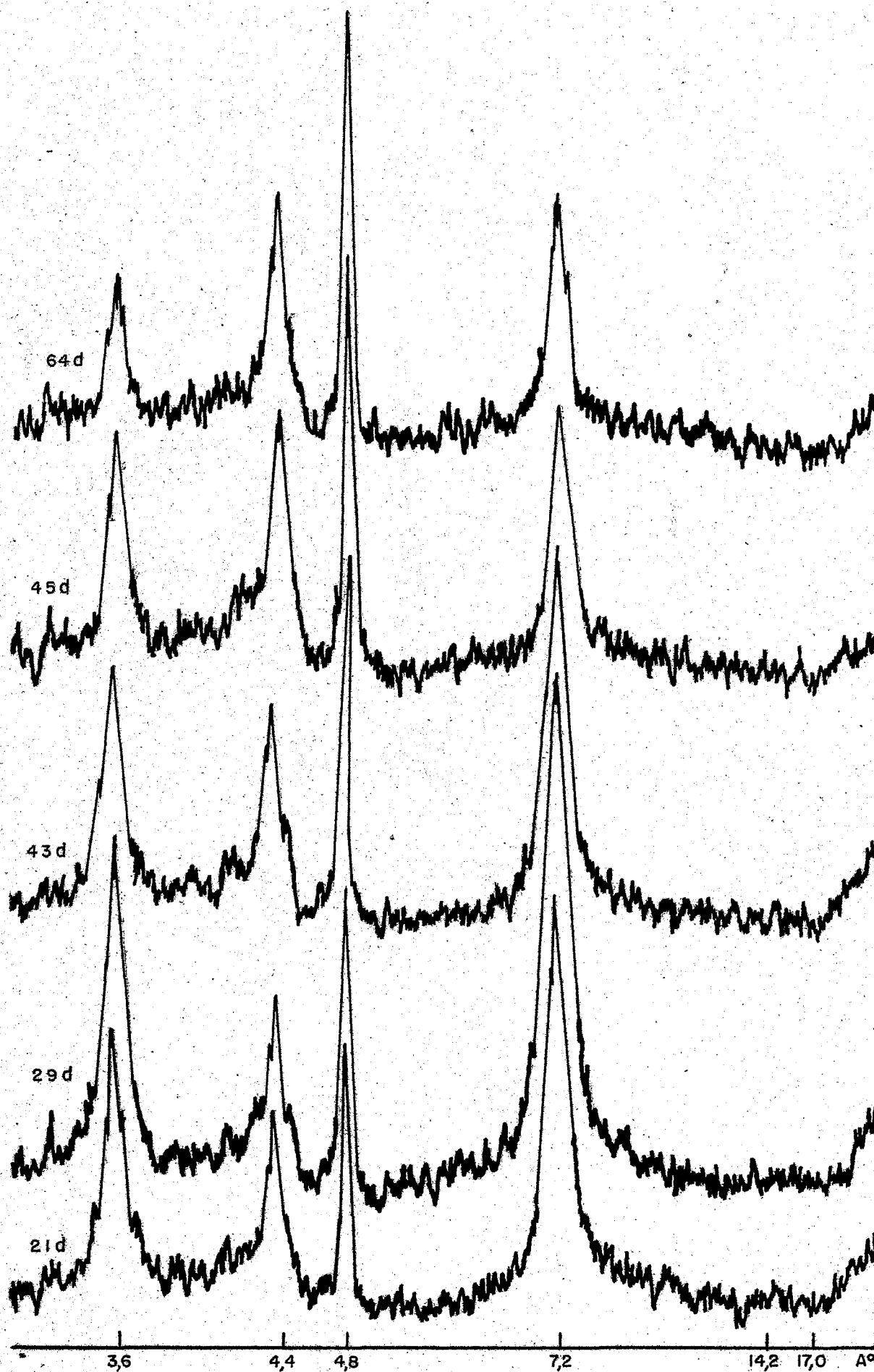


Figura 35 - Difratoqramas da fração argila de várias amostras da camada subsuperficial. Área-2.

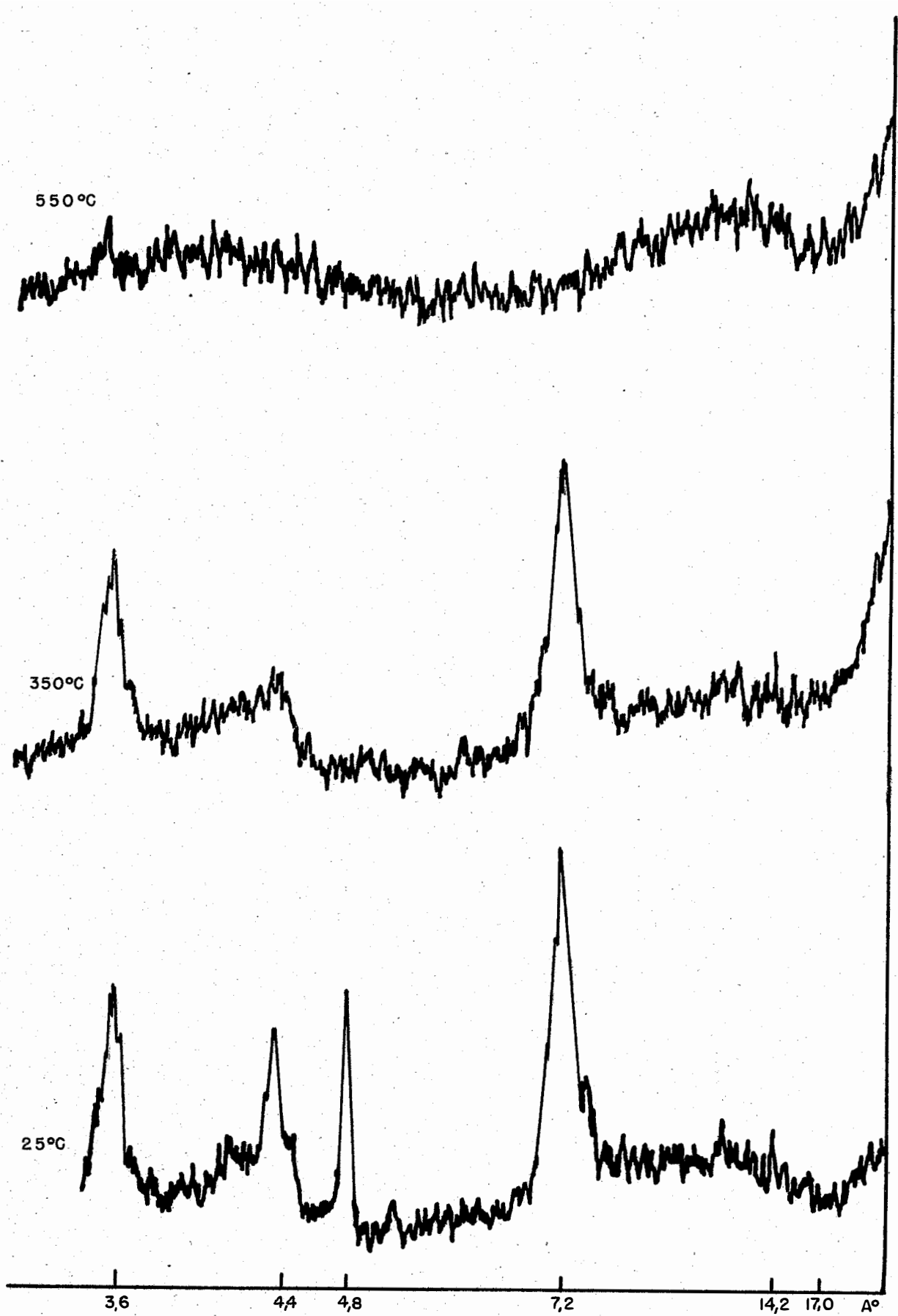


Figura 36- Difrátogramas da fração argila da camada d, ponto 33, à temperatura ambiente e após aquecimento a 350°C e 550°C. Área-2.

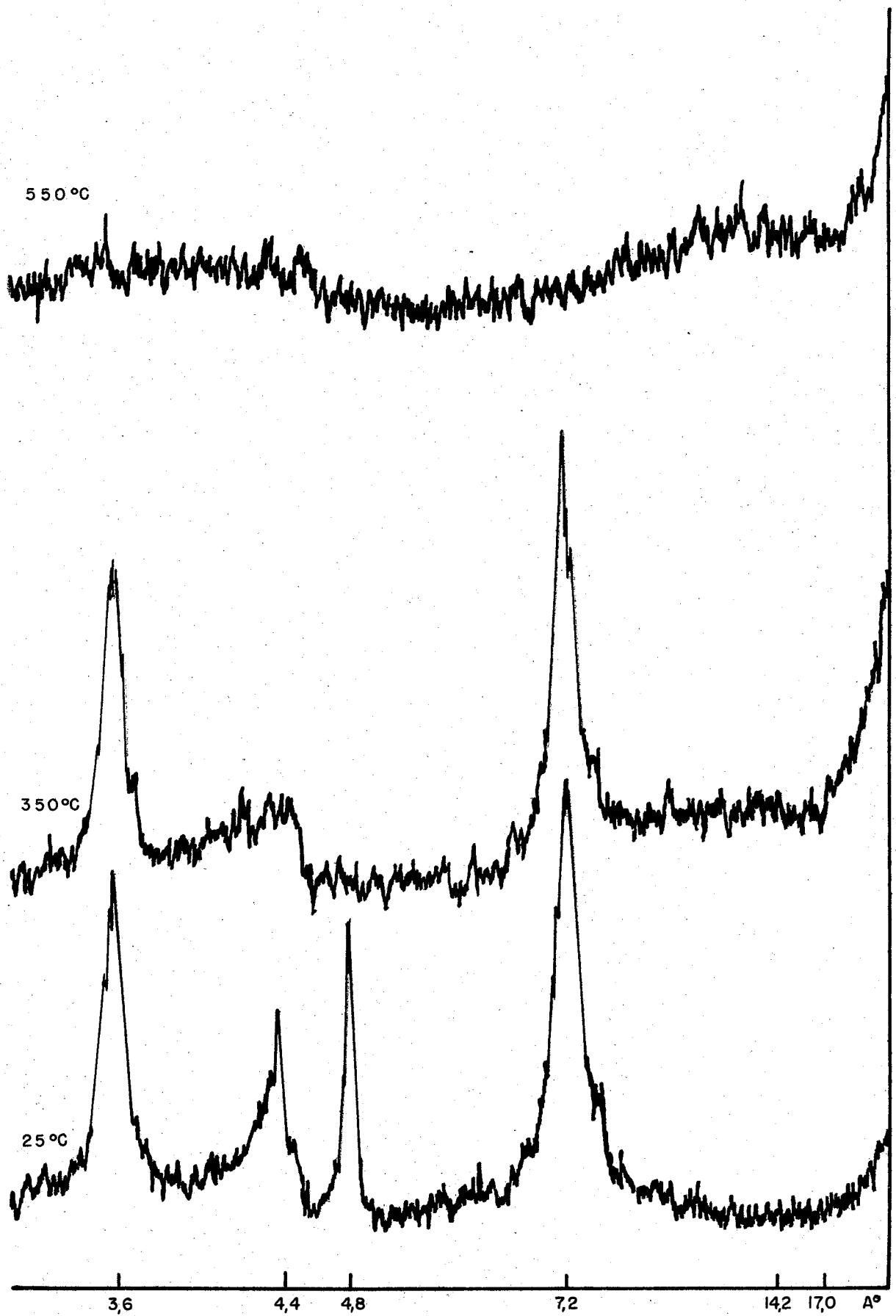


Figura 37 - Difrátogramas da fração argila da camada d, ponto 43, à temperatura ambiente e após aquecimento a 350°C e 550°C. Área-2.

acha relacionado neste quadro. São apresentados também, pelo mesmo motivo exposto no capítulo 6.1.4, somente as estatísticas referentes a caulinita e gibbsita da camada subsuperficial.

Observa-se pelo quadro 13 que há em geral, na camada superficial, menor dispersão dos dados em torno da média do que na camada subsuperficial, pois apenas para o carbono, argila, limo e areia fina, os coeficientes de variação desta camada são inferiores aos da camada superficial.

A água retida a 15 atmosferas e o potássio, com coeficientes de variação de 2,6 e 52,5% são as características que apresentam o menor e o maior coeficiente de variação na camada superficial, ocupando no "rank" de classificação, o primeiro e o último lugar respectivamente.

A água retida a 1/3 e a 15 atmosferas, o pH em água e em cloreto de potássio, formam um grupo de características da camada superficial que apresentam coeficientes de variação muito baixo. O pH em cloreto de potássio com coeficiente de variação de 3,6% representa o limite superior desse grupo.

Os coeficientes de variação de 9,7 e 27,5% encontrados para a argila e magnésio balizam um grupo intermediário de características entre aquelas de coeficientes de variação muito baixo e alto. Este grupo apresenta um aumento contínuo e progressivo dos coeficientes de variação, não se delineando nenhum agrupamento intermediário como pode-se verificar pelo valor do coeficiente de variação apresentado pelas outras propriedades componentes deste bloco: areia fina (10,8%), capacidade de troca de cations da TFSA (12,6%), carbono (14,2%), limo (16,7%), capacidade de troca de cations da fração argila (17,9%), saturação em bases (20,3%), areia grossa (23,6%), soma de bases (24,0%), soma de cálcio e magnésio (24,8%), cálcio (26,9%).



Após esse bloco, ocorre apenas, isoladamente e com coeficiente de variação bem mais elevado, 52,5%, o potássio.

Na camada subsuperficial, são também, a água retida a 15 atmosferas e o potássio às características que apresentam os coeficientes de variação extremos, respectivamente 3,6 e 85,4%, ocupando portanto, o primeiro e o último lugar no "rank" de classificação.

Todas as características físicas, com exceção da areia grossa, acrescidas do pH em água e em cloreto de potássio, do carbono e da caulinita, formam um grupo que apresenta baixos valores de coeficiente de variação. O coeficiente de variação de 13,1% constitui o limite máximo desse grupo.

A capacidade de troca de cations da TFSA e da fração argila, a areia grossa e a gibbsita constituem um grupo intermediário com valores de coeficiente de variação limites de 18,0 e 26,3%.

As características restantes: saturação em bases, soma de bases, soma de cálcio e magnésio, magnésio, cálcio e potássio, constituem o grupo que apresenta coeficientes de variação elevados, os quais ocupam os últimos lugares na coluna de classificação relativa - "rank" -. Os coeficientes de variação de 41,7 e 85,4% respectivamente para a saturação em bases e o potássio, constituem os valores limites desse grupo.

Os dados do quadro 13 mostram que, nessa área, quer na camada superficial como em profundidade, as características físicas e mineralógicas apresentam também, em geral, menor variação que as propriedades químicas.

Convém assinalar que apesar do coeficiente de variação da areia grossa ser superior a 23%, os valores mínimo e

Quadro 13. - Sumário das estatísticas das características consideradas. Área-2

Propriedade	Causada	Amplitude		Média $\bar{x}$	Desvio Padrão s	Lim. Class. (95%) $\bar{x} \pm t_{0,05,n}$	Conf. Var. C.V%	Erro da média $\bar{Sx}$	Lim. Conf. (95%) $\bar{x} \pm t_{0,05,Sx}$	Colocação (Rank)
		max.	min.							
Carbono *	a	2,46	1,24	1,690	0,2323	1,690 ± 0,478	14,2	0,0294	1,690 ± 0,059	8
	d	0,83	0,43	0,618	0,0741	0,618 ± 0,147	12,0	0,0091	0,618 ± 0,018	7
pH água	a	6,0	5,2	5,61	0,1244	5,61 ± 0,39	3,5	0,0239	5,61 ± 0,05	3
	d	6,9	5,1	6,95	0,4444	6,95 ± 0,99	7,5	0,0547	6,95 ± 0,11	5
pH KCl 1N	a	5,2	4,4	4,80	0,1746	4,80 ± 0,35	3,6	0,0014	4,80 ± 0,04	4
	d	6,2	4,6	5,63	0,3935	5,63 ± 0,73	7,0	0,0454	5,63 ± 0,10	4
Ca <sup>2+</sup> **	a	5,5	1,5	3,00	0,8105	3,00 ± 1,62	26,9	0,0997	3,00 ± 0,20	15
	d	3,7	0,2	1,40	0,7453	1,40 ± 1,49	53,1	0,0917	4,40 ± 0,18	18
Mg <sup>2+</sup> **	a	1,4	0,1	0,90	0,2473	0,90 ± 0,49	27,5	0,0304	0,90 ± 0,06	16
	d	0,8	0,1	0,31	0,1621	0,31 ± 0,32	51,9	0,0199	0,31 ± 0,04	17
(Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> ) **	a	6,8	2,0	3,90	0,9663	3,90 ± 1,92	24,8	0,1189	3,90 ± 0,24	14
	d	4,5	0,4	1,70	0,8586	1,70 ± 1,71	50,6	0,1056	1,70 ± 0,21	16
K <sup>+</sup> **	a	0,50	0,08	0,19	0,1017	0,19 ± 0,39	52,5	0,0125	0,19 ± 0,02	17
	d	0,46	0,02	0,09	0,0686	0,09 ± 0,14	85,14	0,0044	0,09 ± 0,02	19
S **	a	7,0	2,1	4,09	0,9336	4,09 ± 1,93	24,0	0,1210	4,09 ± 0,24	13
	d	4,7	0,4	1,79	0,8518	1,79 ± 1,71	47,5	0,1048	1,79 ± 0,21	15
OTC **	a	14,2	6,7	11,2	1,4082	11,2 ± 2,5	12,6	0,1736	11,2 ± 0,3	7
	d	7,0	2,1	5,2	1,0555	5,2 ± 1,9	20,2	0,1299	5,2 ± 0,3	10
OTC ***	a	32,9	14,9	21,66	3,7215	21,66 ± 7,2,80	17,5	0,4654	21,66 ± 0,98	10
	d	13,2	3,5	9,03	1,8544	9,03 ± 3,36	20,5	0,2282	9,03 ± 0,41	11
V *	a	63	21	36,9	7,5065	36,9 ± 14,95	20,3	0,9239	36,9 ± 1,8	11
	d	72	9	34,3	14,6817	34,3 ± 22,53	42,7	1,8972	34,3 ± 3,5	14
Argila *	a	63	41	52,0	5,0625	52,0 ± 19,11	9,7	0,6231	52,0 ± 1,2	5
	d	63	50	58,1	2,8039	58,1 ± 5,76	5,0	0,3549	58,1 ± 0,7	3

Quadro 13. - continuação

Propriedade	Cavada	Amplitude		Média	Desvio Padrão	Lim. Class. (95%)		Coef. Var. C.V%	Erro da média		Colocação (Rank)	
		max.	min.			$\bar{x}$	s		$\bar{x} \pm t_{0,05,s}$	$\bar{x} \pm t_{0,05,Sx}$		
Lito *	a	30	12	22,2	3,6773	22,0	± 7,3	16,7	0,4526	22,0	± 0,9	9
	d	24	13	18,0	2,3533	18,0	± 4,7	13,1	0,2396	18,0	± 0,6	9
A.fina *	a	28	12	23,2	2,5067	23,2	± 5,0	10,2	0,3085	23,2	± 0,6	6
	d	26	16	21,9	2,0540	21,9	± 4,1	9,4	0,2528	21,9	± 0,5	6
A.grossa *	a	5	2	2,9	0,6822	2,9	± 1,4	23,6	0,0339	2,9	± 0,2	12
	d	4	1	2,3	0,5754	2,3	± 1,1	25,2	0,0708	2,3	± 0,1	12
1/3 atm. *	a	31,0	26,8	28,64	0,8845	28,6	± 1,77	3,1	0,1088	28,6	± 0,2	2
	d	32,3	21,6	29,32	1,1067	29,6	± 2,21	3,7	0,1362	29,3	± 0,2	2
15 atm. *	a	21,5	19,0	20,13	0,5312	20,3	± 1,06	2,6	0,0653	20,13	± 0,13	1
	d	23,9	20,4	22,41	0,6047	22,41	± 1,61	3,6	0,0990	22,41	± 0,20	1
Caulinita *	d	52	38	45,1	5,2270	45,1	± 10,4	11,6	1,5089	45,1	± 3,3	7
Gibbsita *	d	41	15	30,5	8,0154	30,5	± 16,0	26,3	2,3138	30,5	± 5,0	13

\* \*\* e.mg/100 g TFSA - \*\*\* e.mg/100 g de argila

máximo encontrados foram de apenas 2 e 5% na camada superficial de 1 e 4% na camada subsuperficial. Do ponto de vista prático, não tem, nesse caso, maior significado este valor do coeficiente de variação.

As figuras 38 a 53 mostram para diversas características do solo, o número de amostras necessário para estimar sua média dentro de determinados limites de precisão ou de porcentagem de variação usando níveis de significância de 95%, 90% e 80%. São apresentadas apenas as figuras correspondentes às características e camadas consideradas, como de maior interesse, incluindo-se no quadro 14 as propriedades restantes.

As considerações complementares tecidas no capítulo 6.1.4 com referência às figuras 12 a 27 são válidas também para as figuras 38 a 53.

No quadro 14 estão relacionados para todas as características consideradas, os números de pontos necessários para estimar a média, admitindo-se os níveis de significância de 95%, 90% e 80% e tomando-se por base as variações de 5%, 10% e 20%, para cada nível conforme a característica considerada.

Observa-se pelas figuras 38 a 53 e quadro 14, que o número de observações requeridas para estabelecer a média das diversas características varia bastante com o mesmo grau de precisão e confiança. As características físicas e algumas características químicas e a caulinita, devido a menor variação apresentada, necessitam de poucas amostras para permitir estimar adequadamente a média enquanto que a gibbsita e a maioria das características químicas exigem maior número de amostras, especialmente na camada subsuperficial.

Os dados apresentados permitem recomendar cinco pontos para estimar-se com grande precisão a média do carbono,

Quadro 14. - Número de amostras necessário para estimar a média de várias características do solo a vários níveis de significância referente a camada superficial, a, e a camada subsuperficial, d. Área-2.

Característica	Camada	Variação permitida em torno da média %	Níveis de significância		
			80%	90%	95%
			Nº de amostras		
Carbono *	a	20	1	1	2
	b	20	1	1	2
pH H <sub>2</sub> O	a	5	1	1	2
	b	5	4	6	9
pH KCl	a	5	1	1	2
	b	5	3	5	8
Ca <sup>2+</sup> **	a	20	3	5	7
	b	20	12	20	29
Mg <sup>2+</sup> **	a	20	3	5	8
	b	20	12	18	27
(Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> ) **	a	20	3	5	8
	b	20	11	18	26
K <sup>+</sup> **	a	20	27	45	65
	b	20	26	43	61
Soma de Bases **	a	20	2	4	6
	b	20	10	16	23
C.T.C. **	a	20	1	1	1
	b	20	1	2	3
C.T.C. ***	a	20	1	2	3
	b	20	1	2	3
V *	a	20	2	3	4
	b	20	7	12	14
Argila *	a	10	2	3	4
	b	10	1	1	1
Limo *	a	10	5	8	11
	b	10	3	5	7
A. Fina *	a	10	2	3	5
	b	10	1	2	3
A. Grossa *	a	10	9	15	22
	b	10	11	18	25
1/3 atmosfera *	a	5	1	1	1
	b	5	1	1	1
15 atmosfera *	a	10	1	1	1
	b	10	1	1	1
Caulinita *	a	10	2	4	6
	b	10	13	22	33

\* % - \*\* e.mg./100 g TFSA - \*\*\* e.mg./100/argila

A R E A - 2  
C A R B O N O - C A M A D A α  
 $\bar{x} = 1,69$   
 $S\bar{x} = 0,0294$   
C.V = 14,2 %  
N = 66

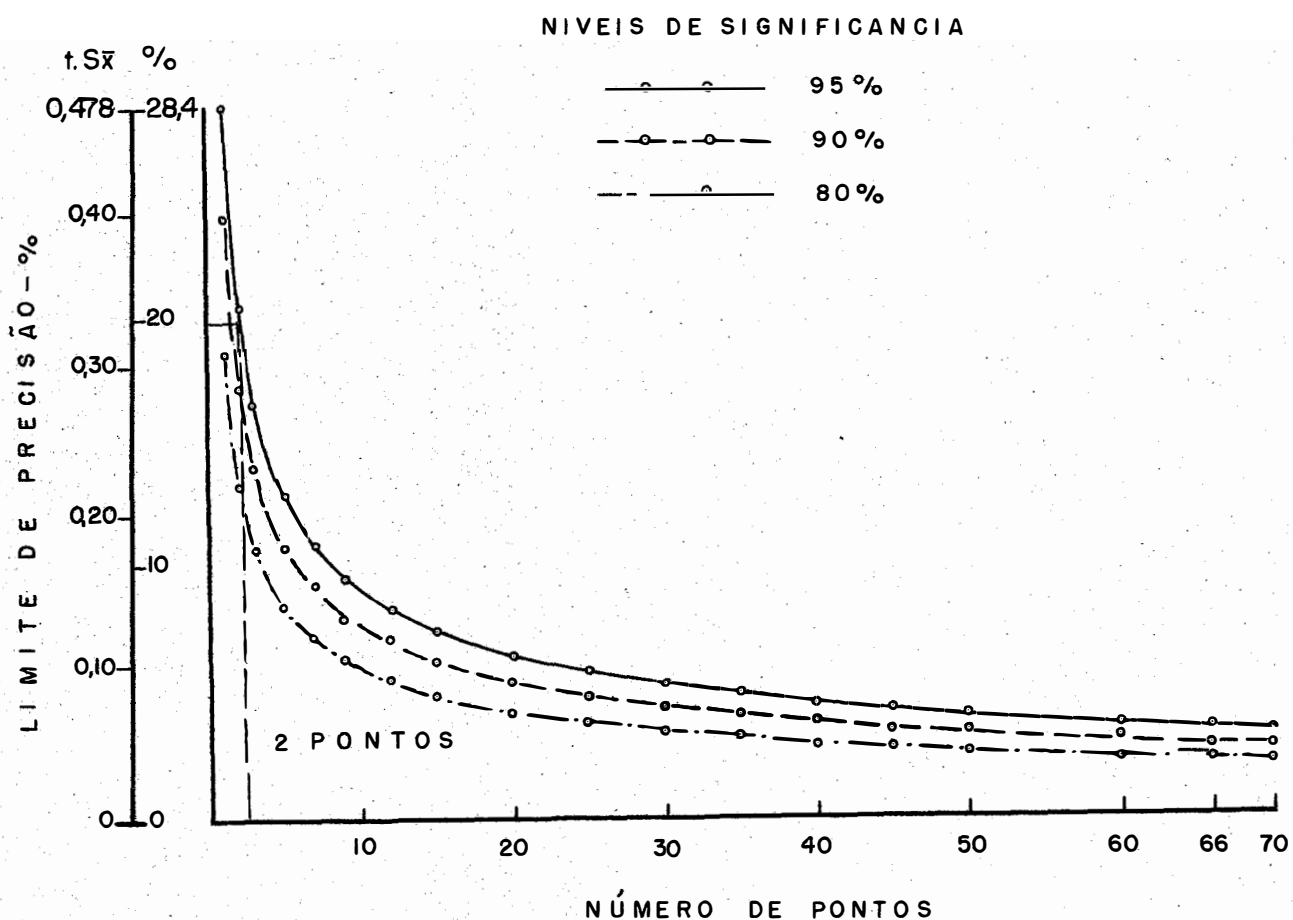


Figura 38 - Número de pontos necessários para estimar a média do carbono dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%) em três níveis de significância.

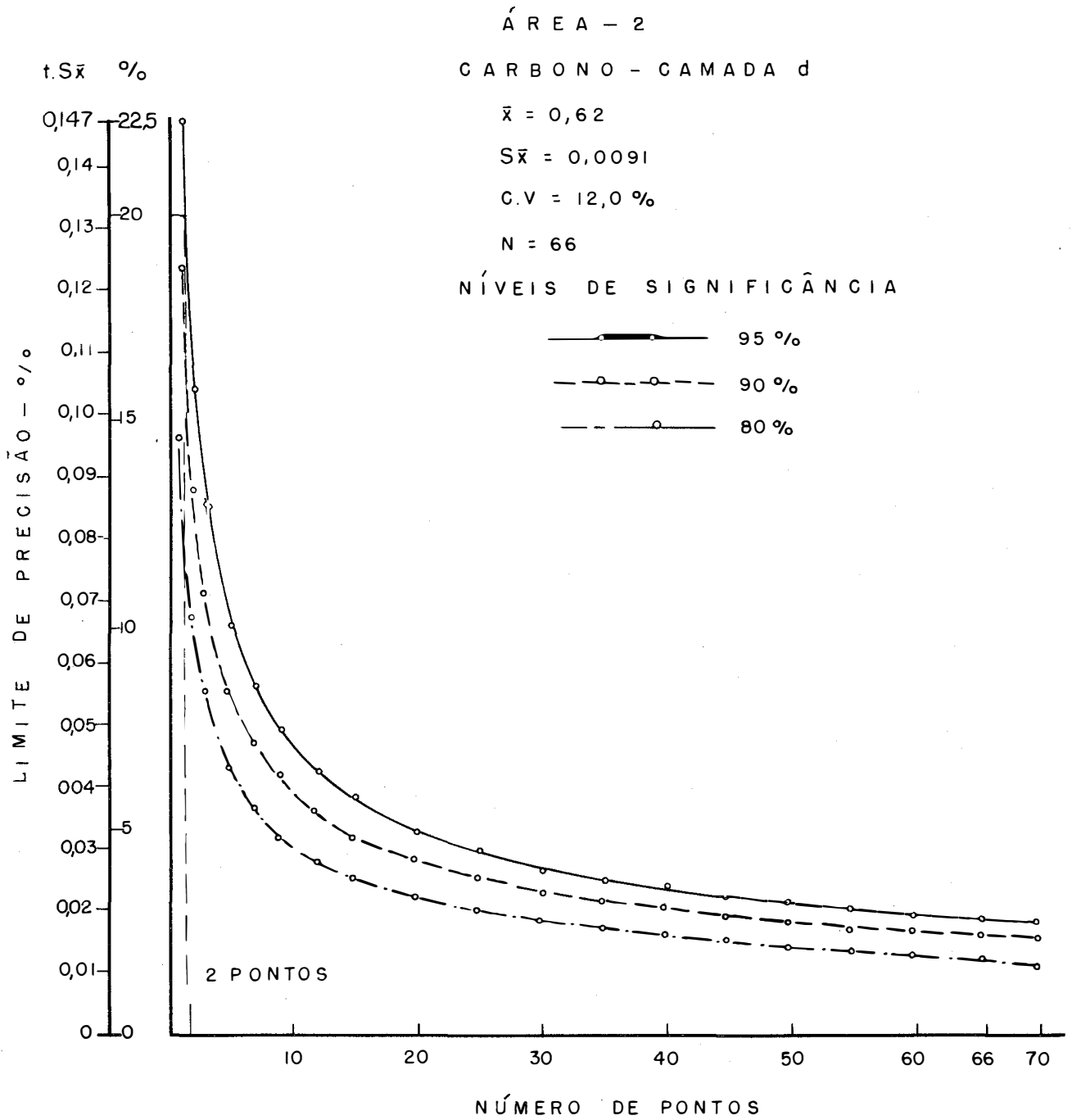


Figura 39 - Número de pontos necessários para estimar a média do carbono dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%) em três níveis de significância.

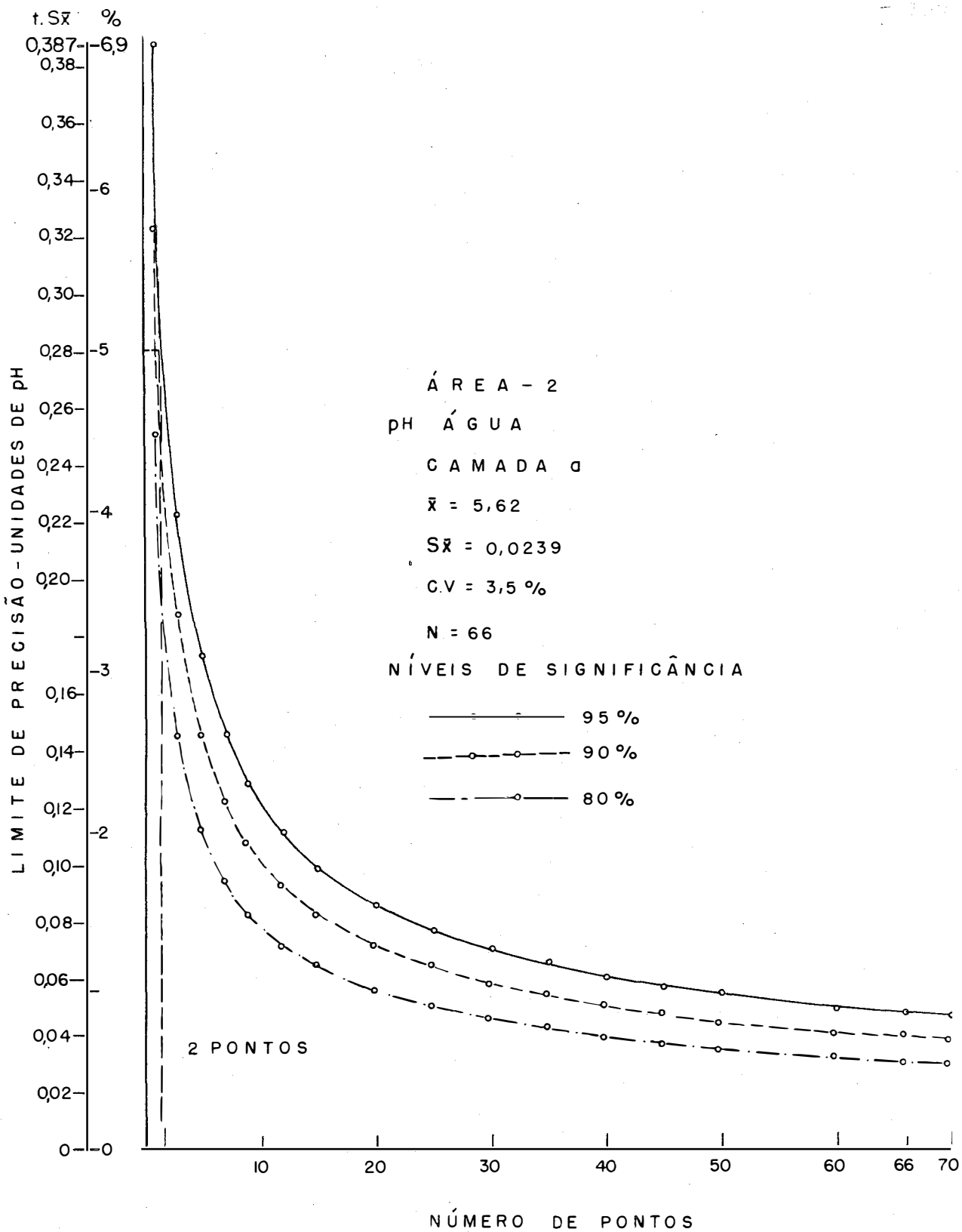


Figura 40 - Número de pontos necessários para estimar a média do pH dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%) em três níveis de significância.



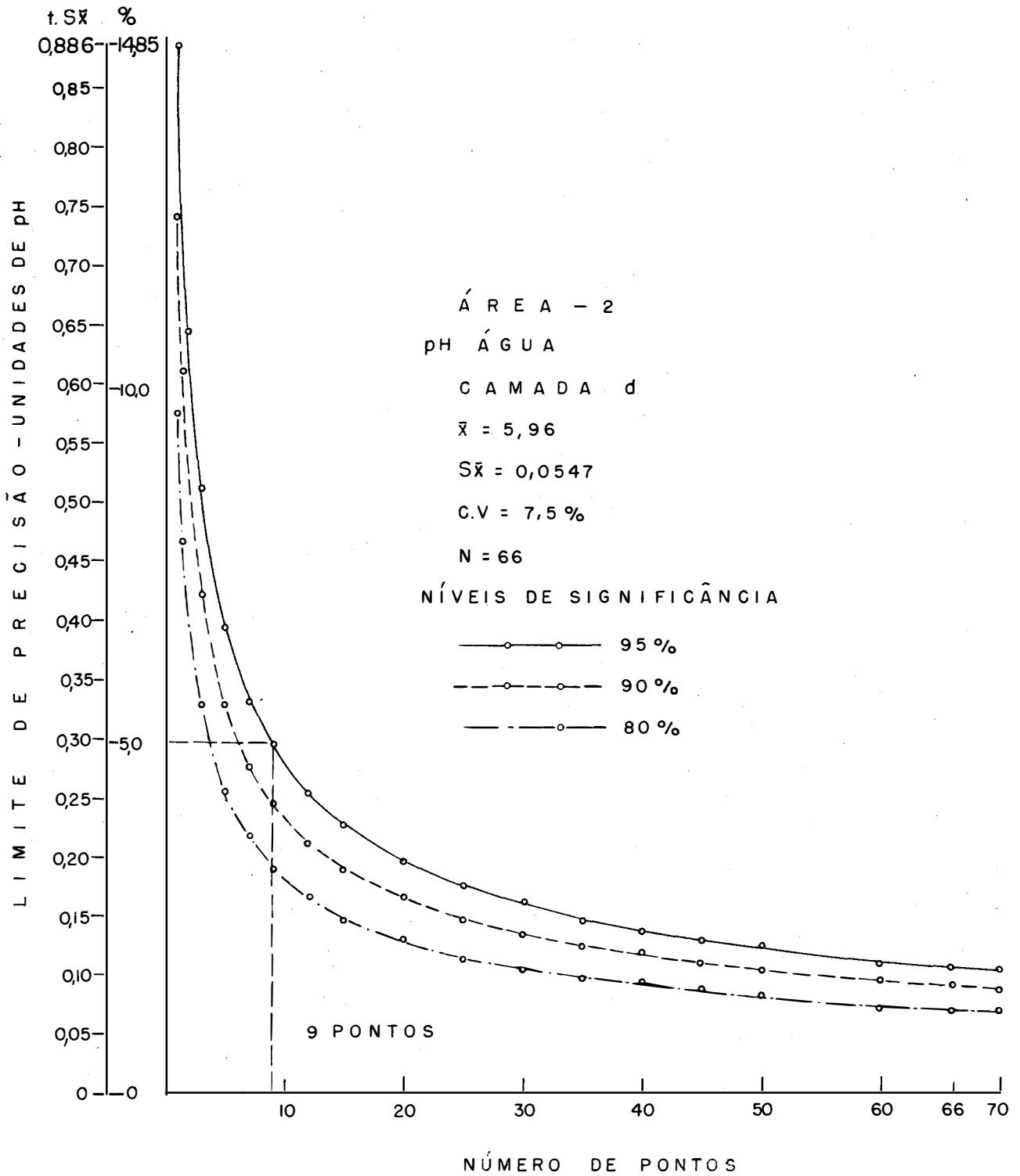


Figura 41 - Número de pontos necessários para estimar a média do pH dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%) em três níveis de significância.

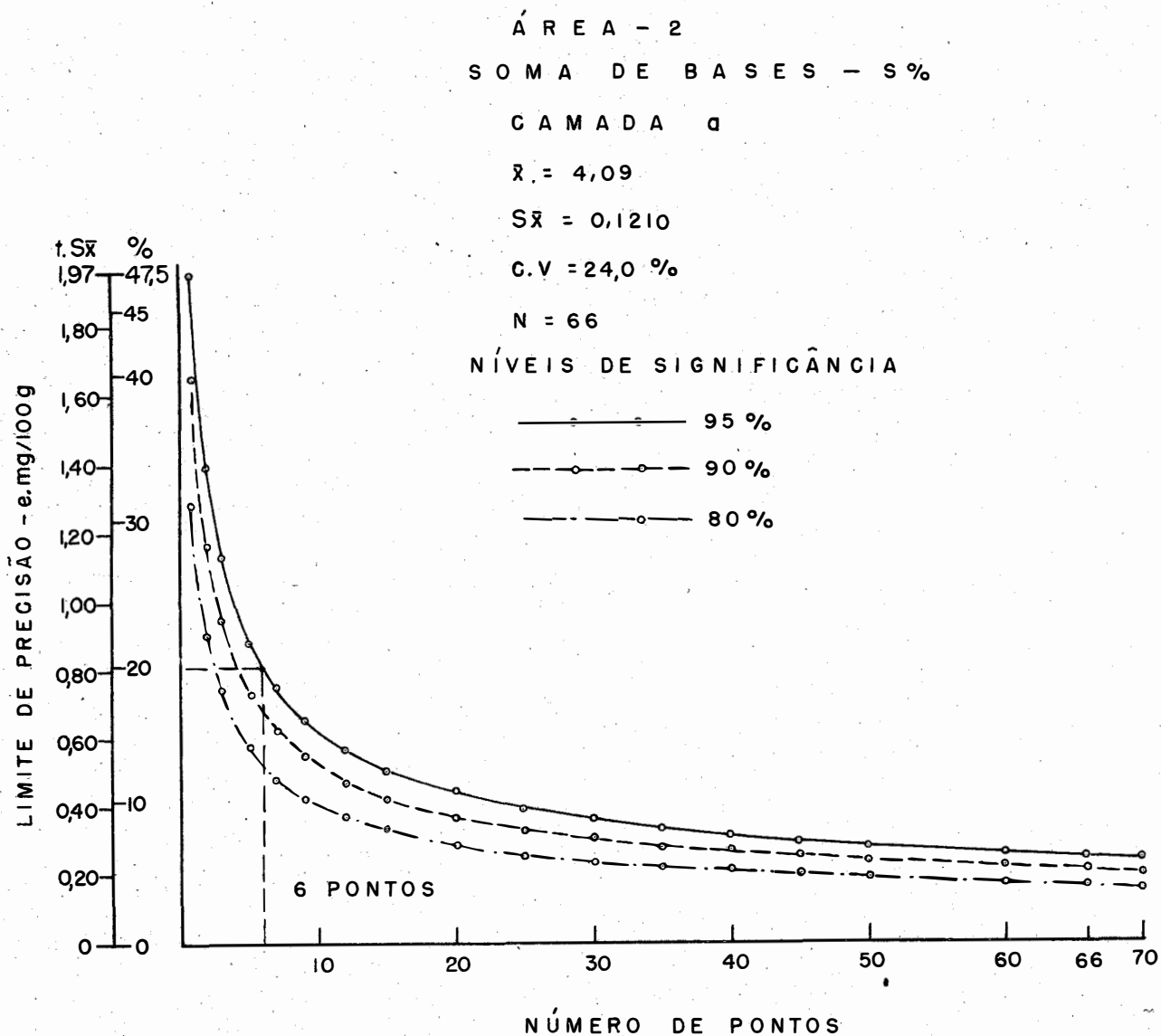


Figura 42 - Número de pontos necessários para estimar a média da soma de bases dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%) em três níveis de significância.

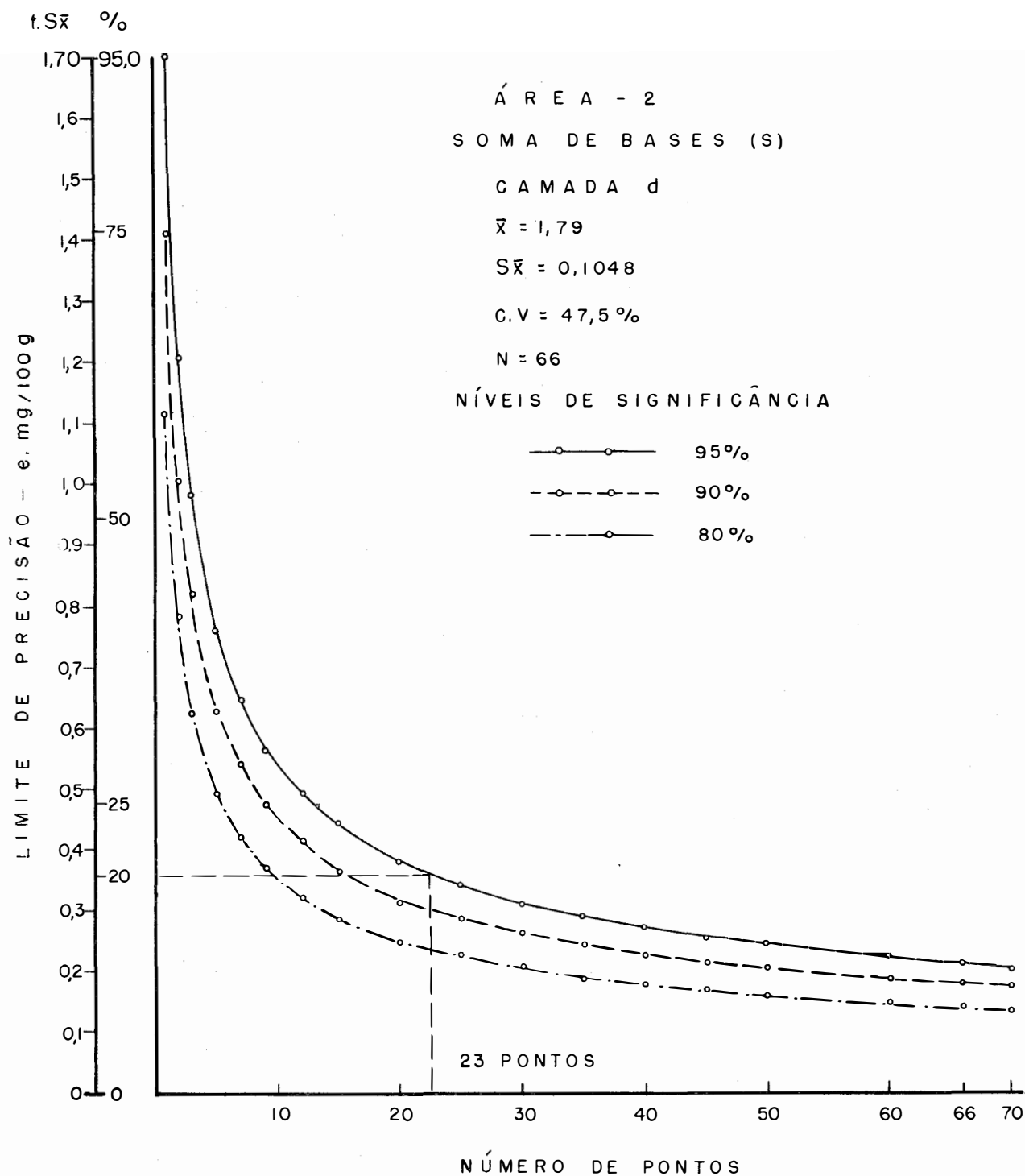


Figura 43 - número de pontos necessários para estimar a média da soma de bases dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%) em três níveis de

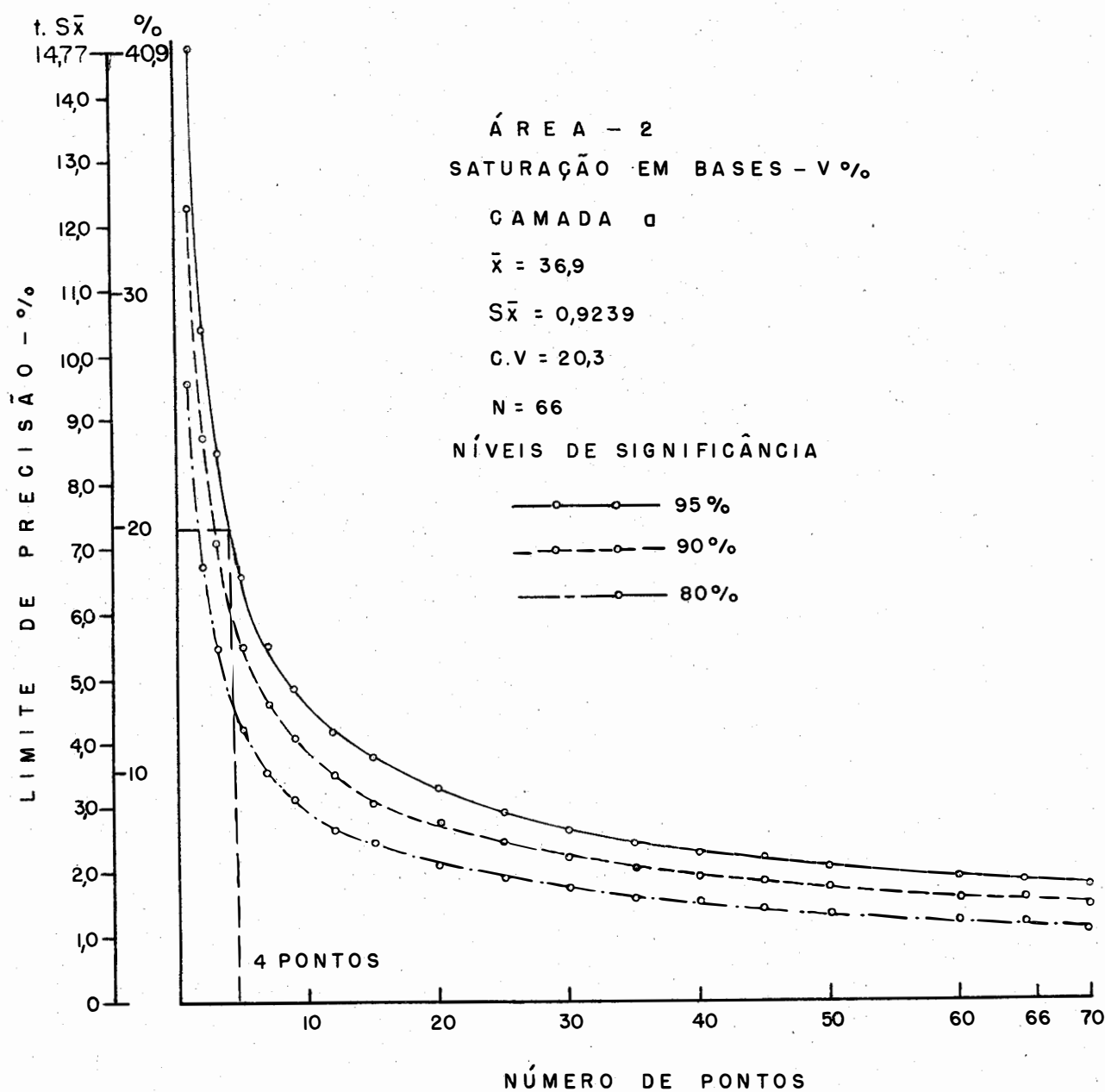


Figura 44 - Número de pontos necessários para estimar a média da saturação em bases, dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

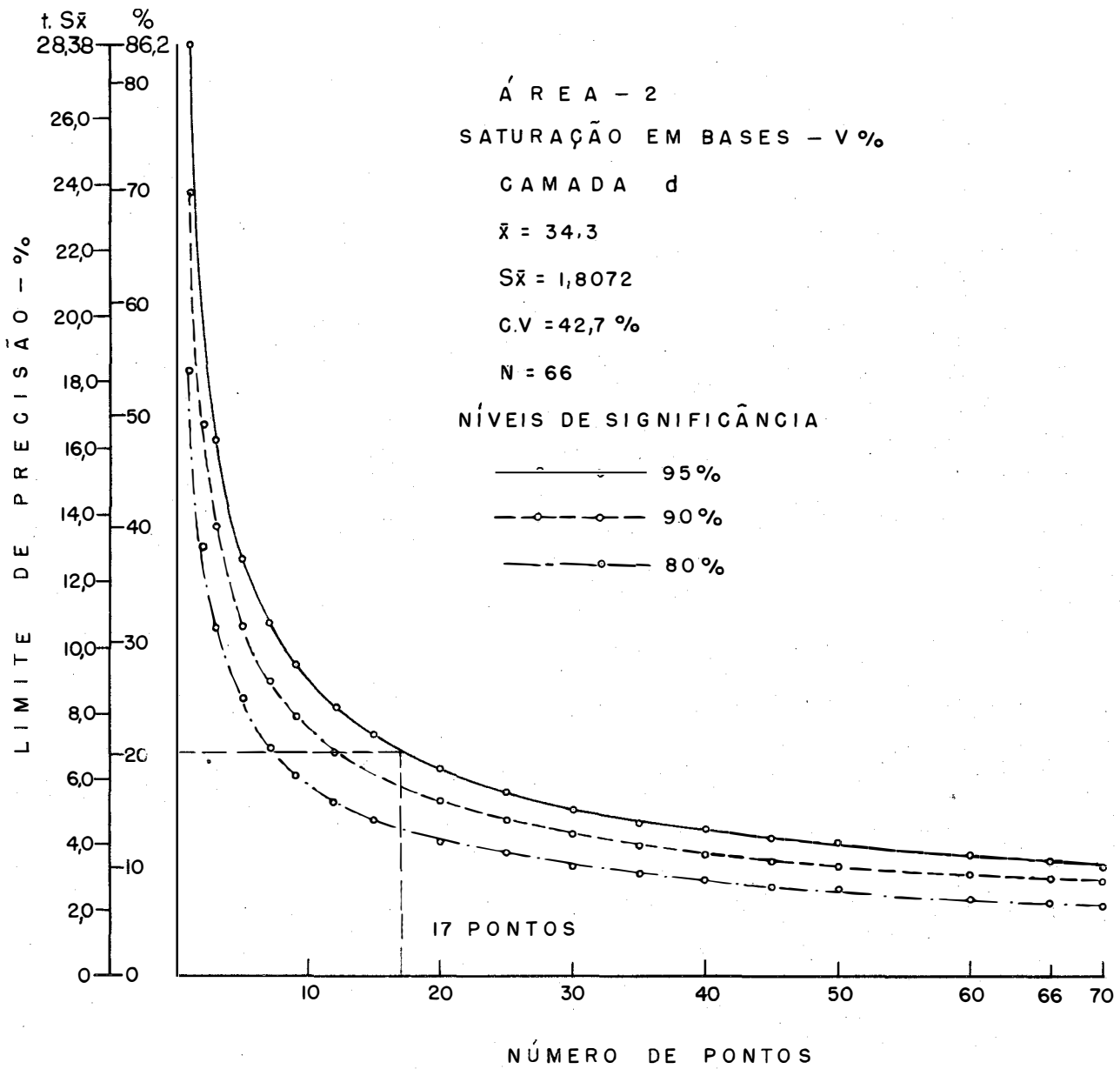


Figura 45 - Número de pontos necessários para estimar a média da saturação em bases dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

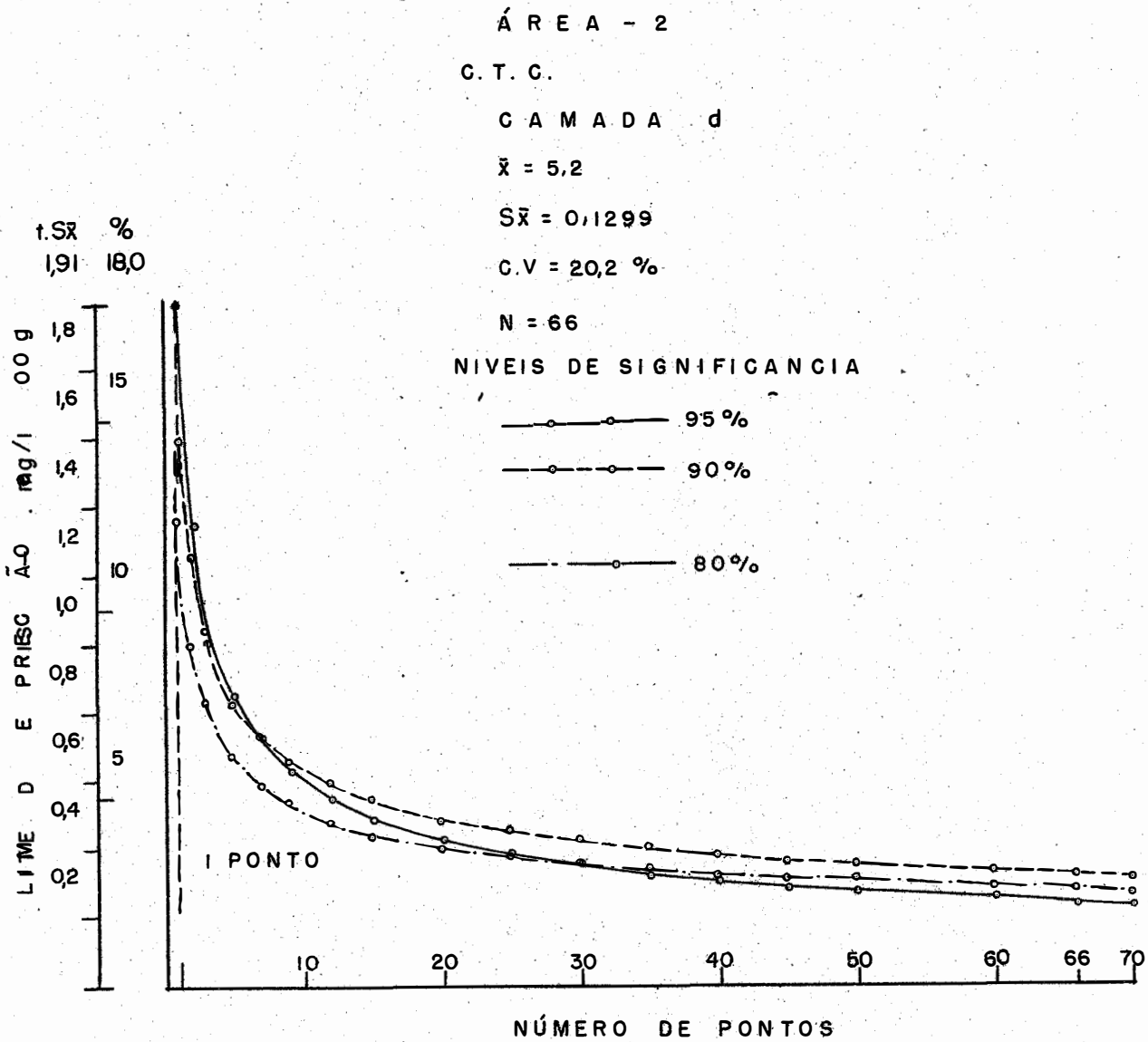


Figura 46 - Número de pontos necessários para estimar a média da CTC dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

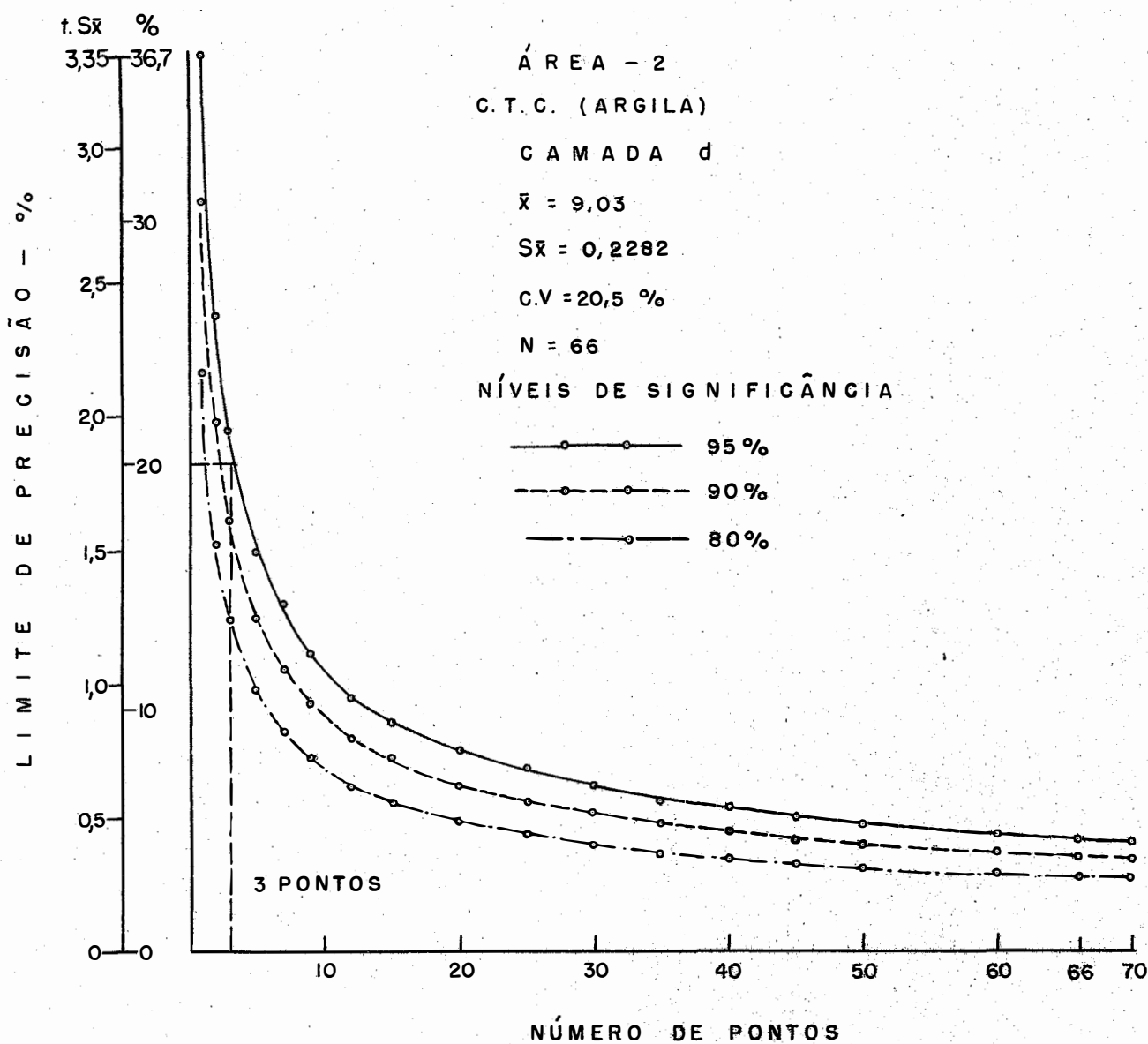


Figura 47 - Número de pontos necessários para estimar a média da CTC corrigida para 100 g. de argila, dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

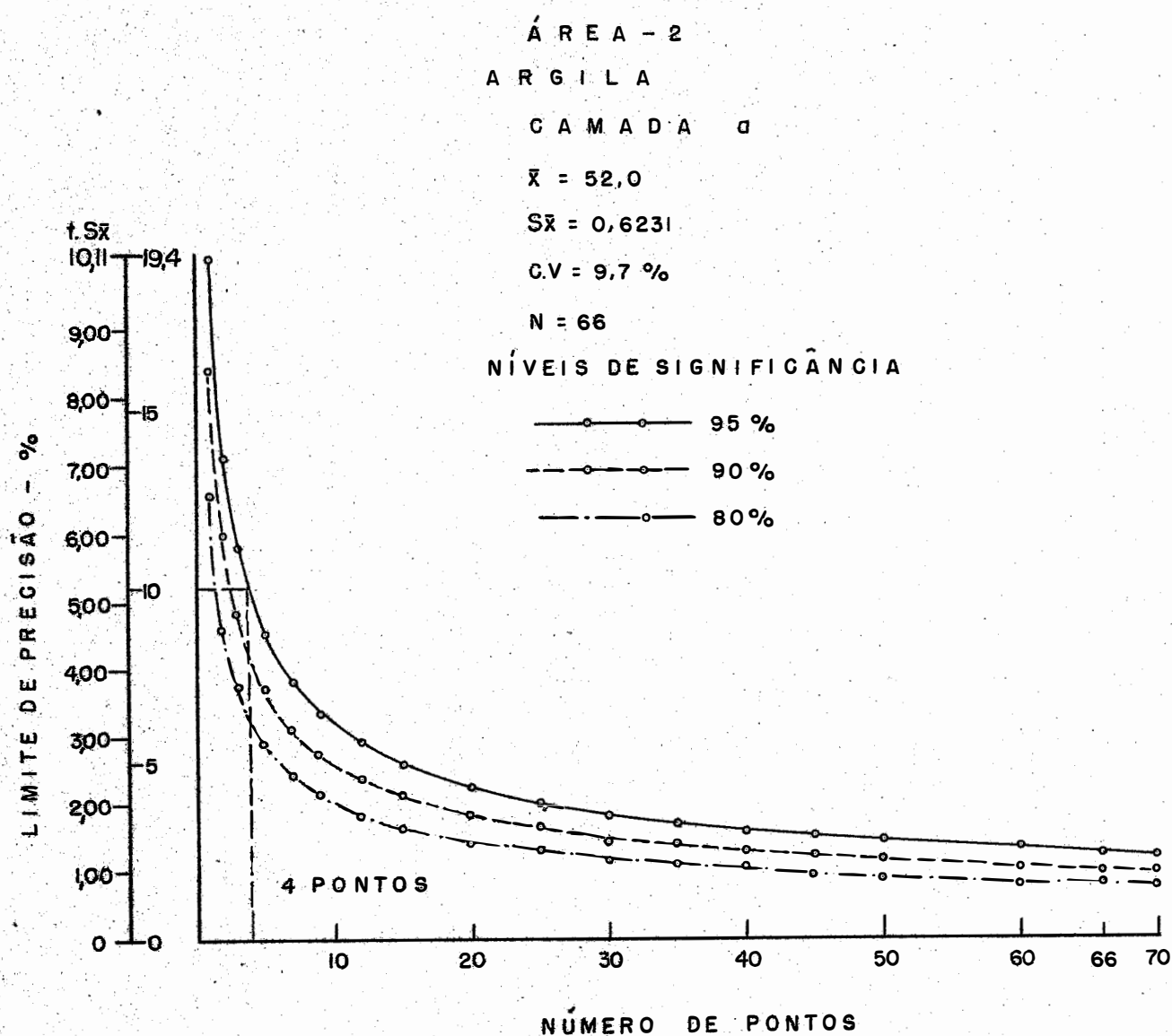


Figura 48 - Número de pontos necessários para estimar a média da argila dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.



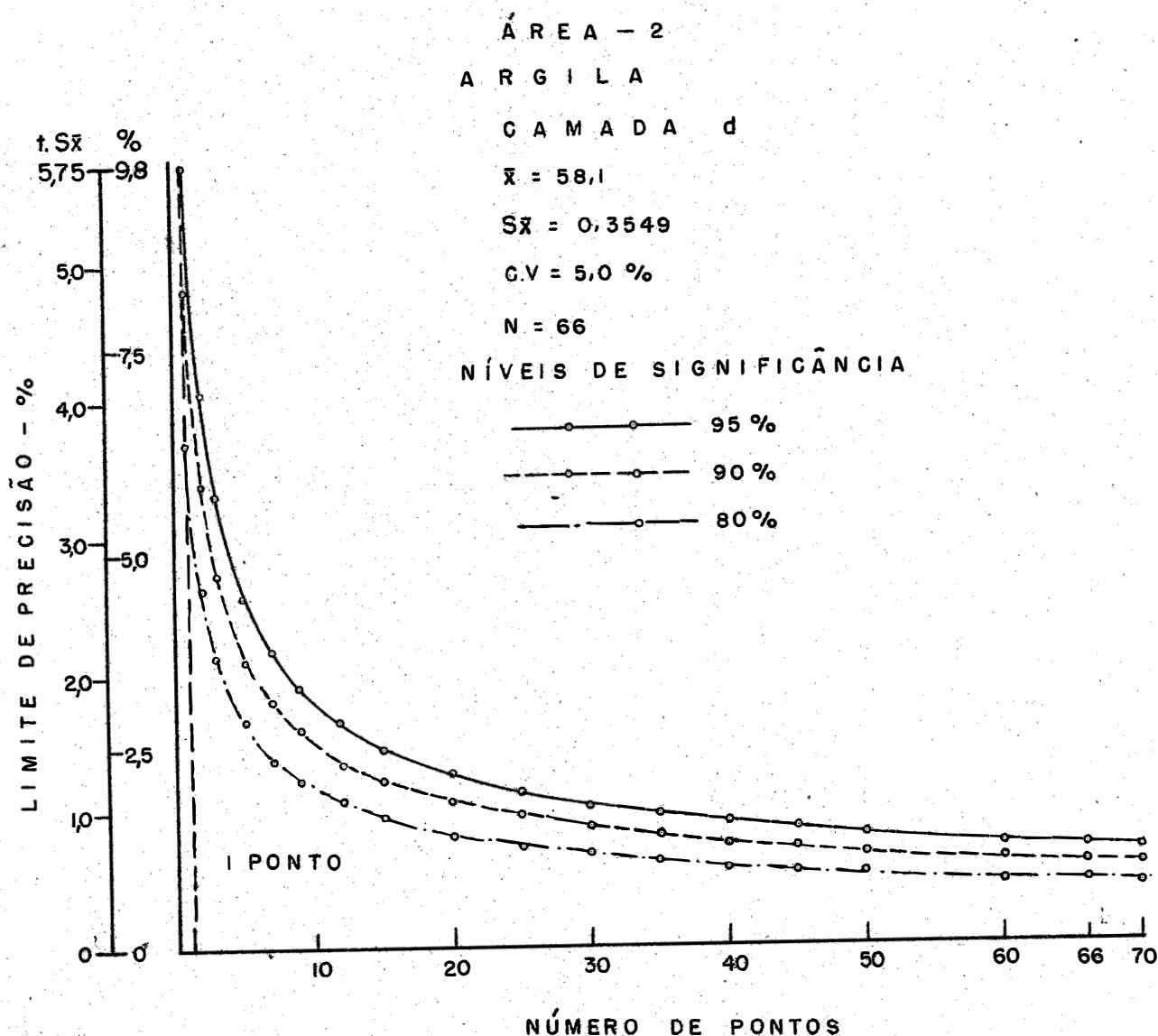


Figura 49 - Número de pontos necessários para estimar a média da argila dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

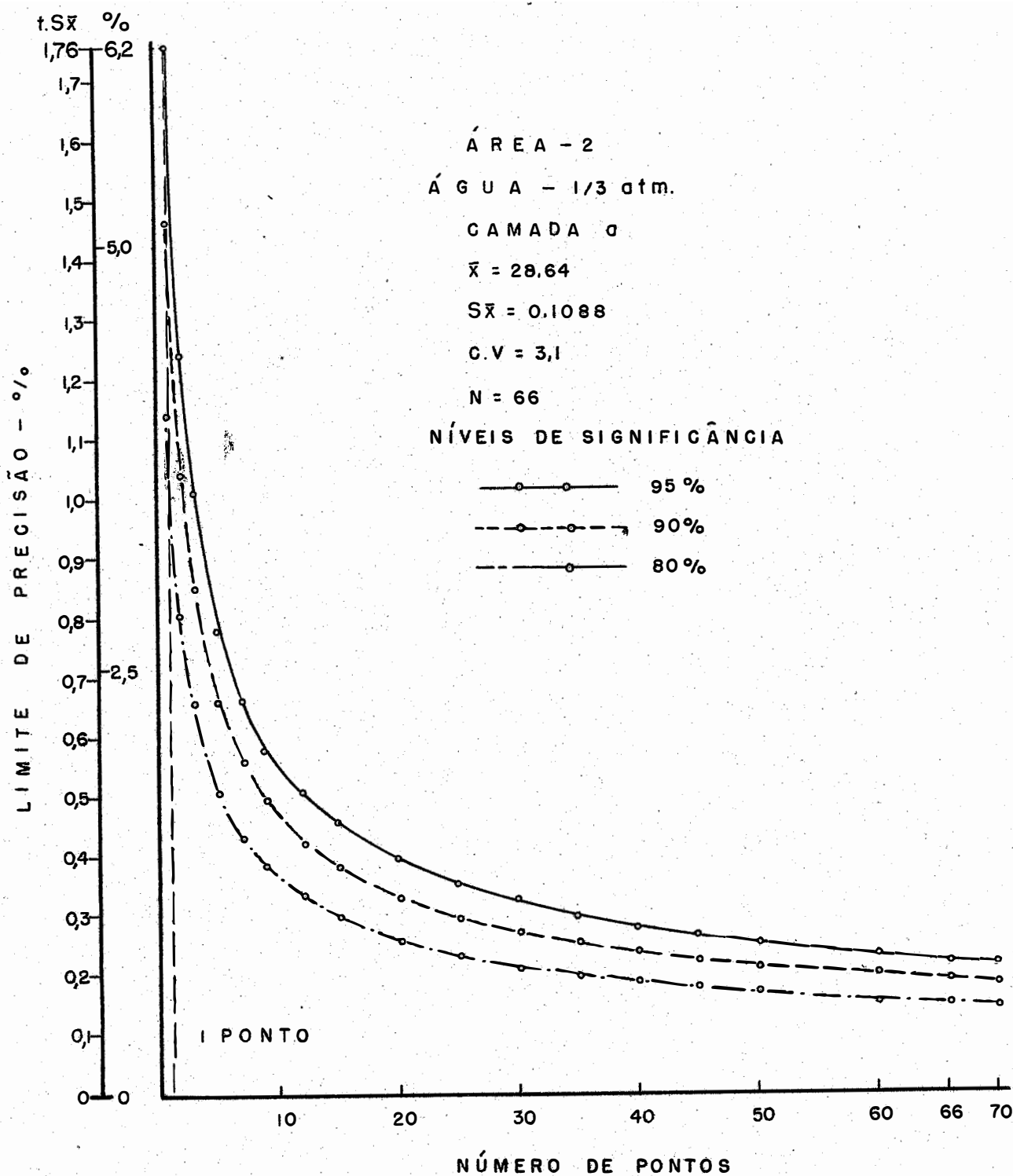


Figura 50 - Número de pontos necessários para estimar a média da água retida a 1/3 de atm. dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

Á R E A - 2  
 Á G U A - 15 atm.  
 C A M A D A a  
 $\bar{x} = 20,13$   
 $S\bar{x} = 0,0653$   
 C.V = 2,6  
 N = 66

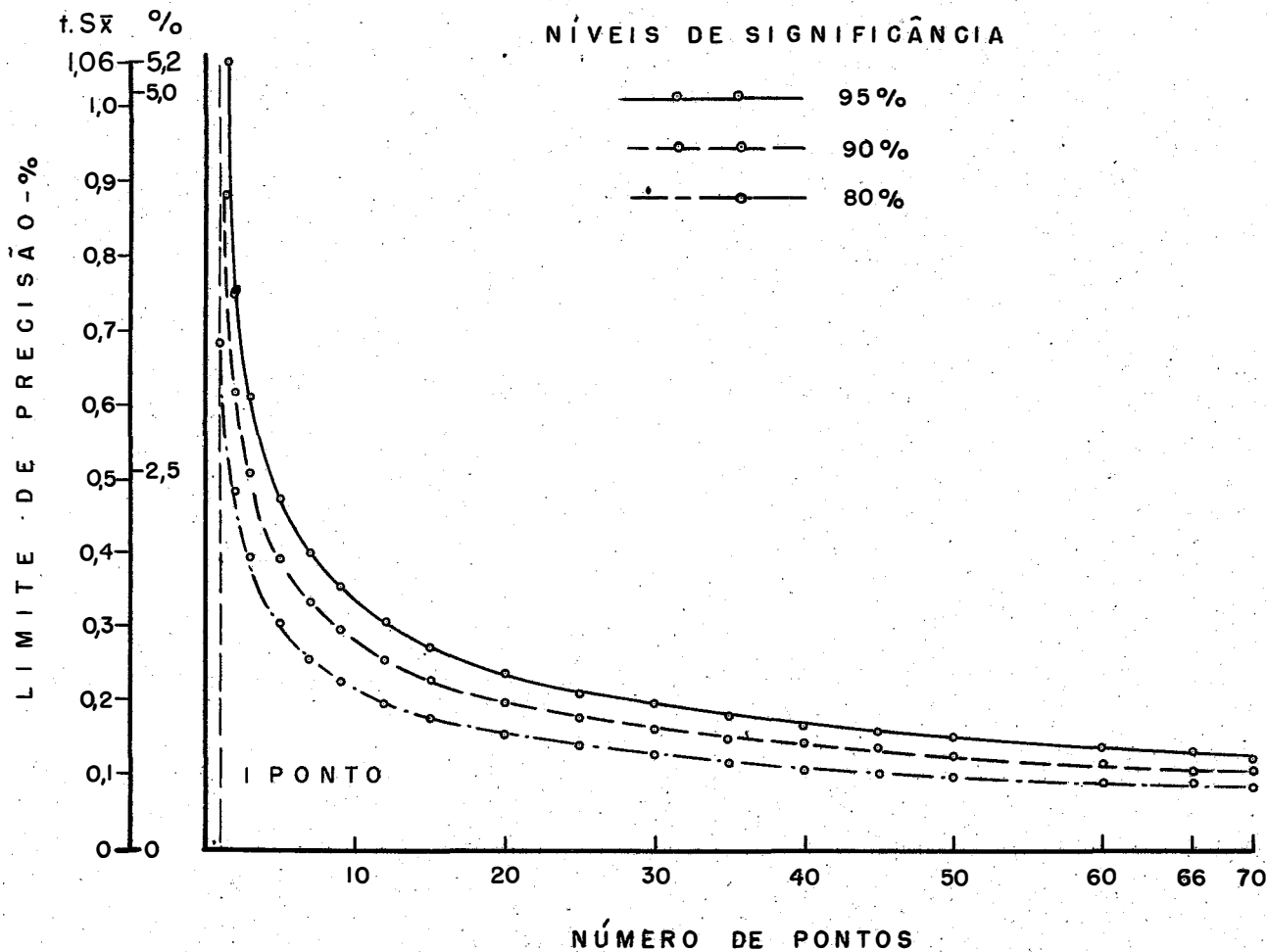


Figura 51 - Número de pontos necessários para estimar a média da água retida a 15 atm. dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média ( $\hat{\sigma}$ ), em três níveis de significância.

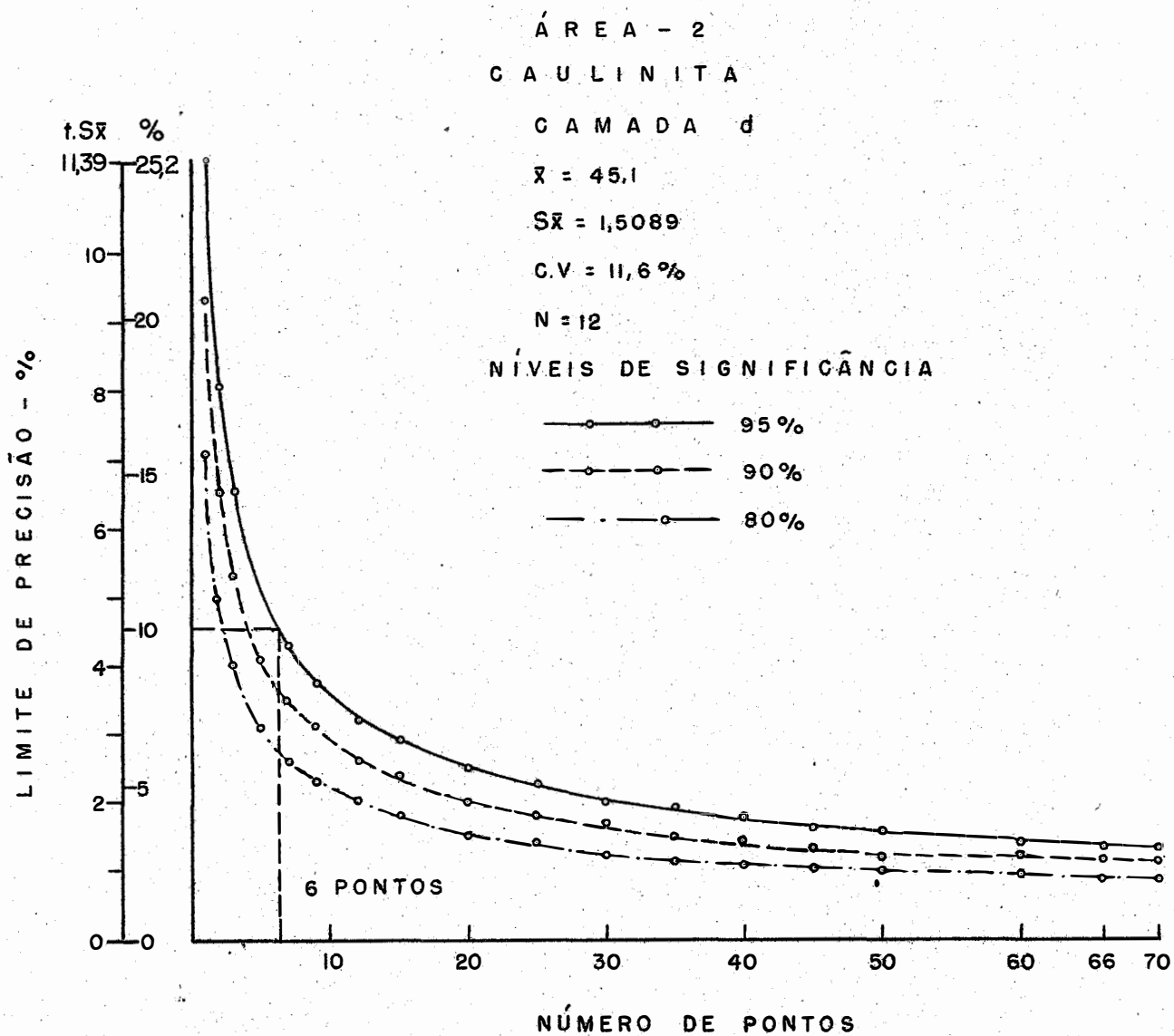


Figura 52 - Número de pontos necessários para estimar a média da caulinita dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

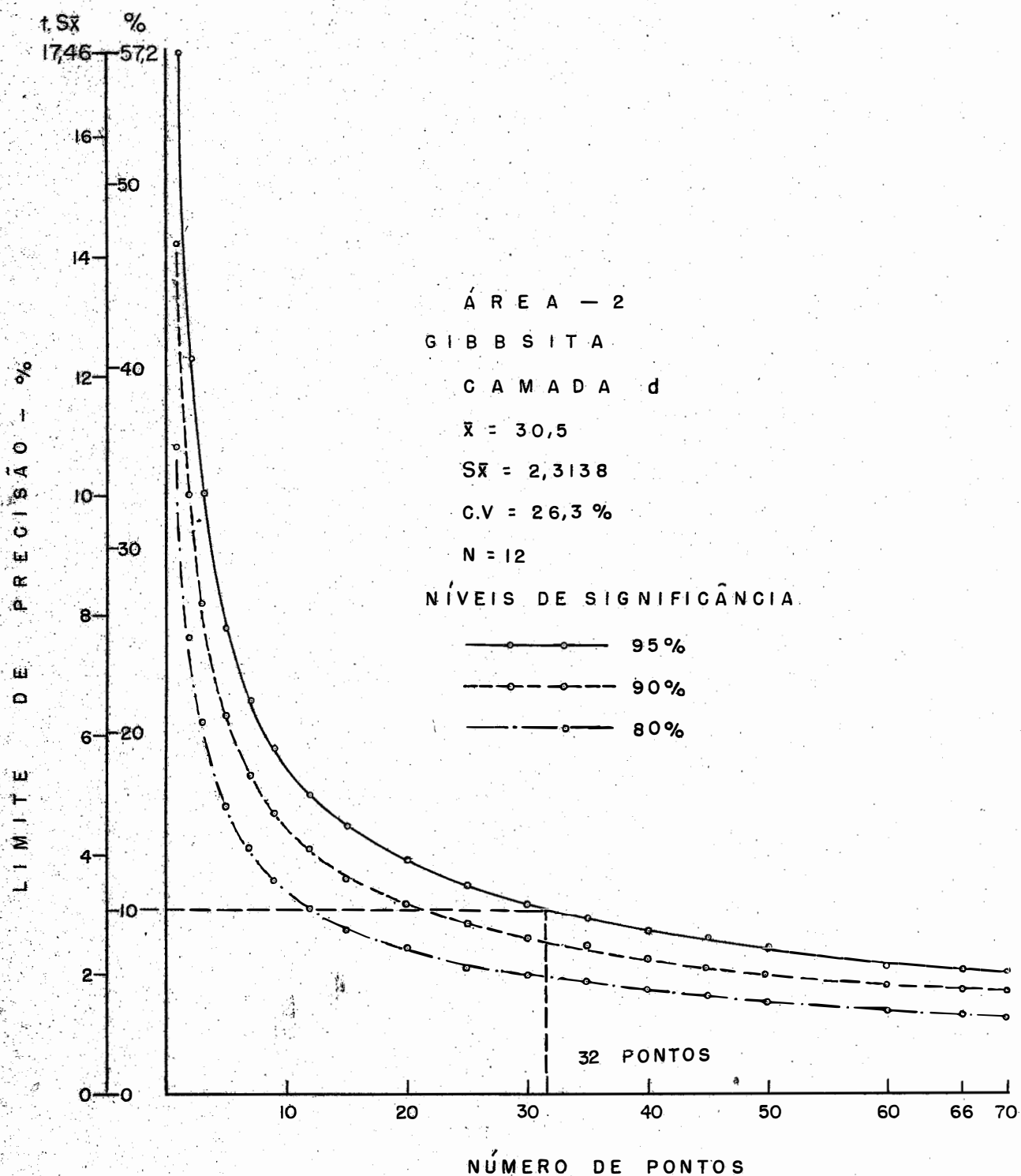


Figura 53 - Número de pontos necessários para estimar a média da gibbsita dentro de determinados limites de precisão ( $t.S\bar{x}$ ), ou de porcentagem de variação da média (%), em três níveis de significância.

do pH em água e em solução de cloreto de potássio da camada a, da saturação em bases da camada superficial, e da capacidade de troca de cations de ambas as camadas, e das características físicas com exceção da areia grossa e do limo.

As outras características requerem maior número de pontos para o mesmo nível de significância, 95%, sendo: em torno de 8 para o cálcio, magnésio, soma de cálcio e magnésio e soma de bases da camada superficial e para o limo e a caulinita da camada subsuperficial, e pH em água e em solução de cloreto de potássio da camada d, 11 pontos para o limo da camada superficial, 17 pontos para a saturação em bases da camada subsuperficial; em torno de 27 para as outras características e camadas com exceção do potássio que requer acima de 60 pontos.

Como na prática, dificilmente, amostrar-se-á uma área semelhante a esta, com número tão grande de pontos, torna-se sem utilidade as previsões feitas para o potássio, visto que uma redução importante no número de amostra repercute simultaneamente em menor precisão nas estimativas.

A grande variabilidade apresentada por várias características, nas Áreas 1 e 2, retifica as recomendações de MULCAHY & HUMPHRIES (46) e BALL e WILLIAMS (1, 2) de ser efetuado em qualquer estudo pedológico ou ecológico uma estimativa da variação espacial das características.

Se por um lado, podem ser consideradas extremadas as afirmações de LEENHER & SIMON (34) de que as experimentações de campo instaladas sem considerar as diferenças de solos não tem valor científico, os dados obtidos concordam com as recomendações de MOORMAN (44) de serem revistas as técnicas de delineamento nas experimentações de campo.

Do ponto de vista estritamente estatístico não é possível generalizar os dados obtidos neste trabalho. As informações obtidas nas duas áreas podem, contudo, ser usadas como guia geral no planejamento de amostragem, especialmente em áreas semelhantes às estudadas.

#### 6.2.5 - Levantamento de Solos - Classificação

As figuras 54, 55, 56 e 57 apresentadas a seguir mostram a distribuição espacial dos solos da área cartografadas em várias categorias, tomando como norma para classificação os critérios estabelecidos na classificação americana de 1970 (25). Cada figura representa, portanto, um esboço de uma carta de solos correspondente a um determinado nível taxonômico.

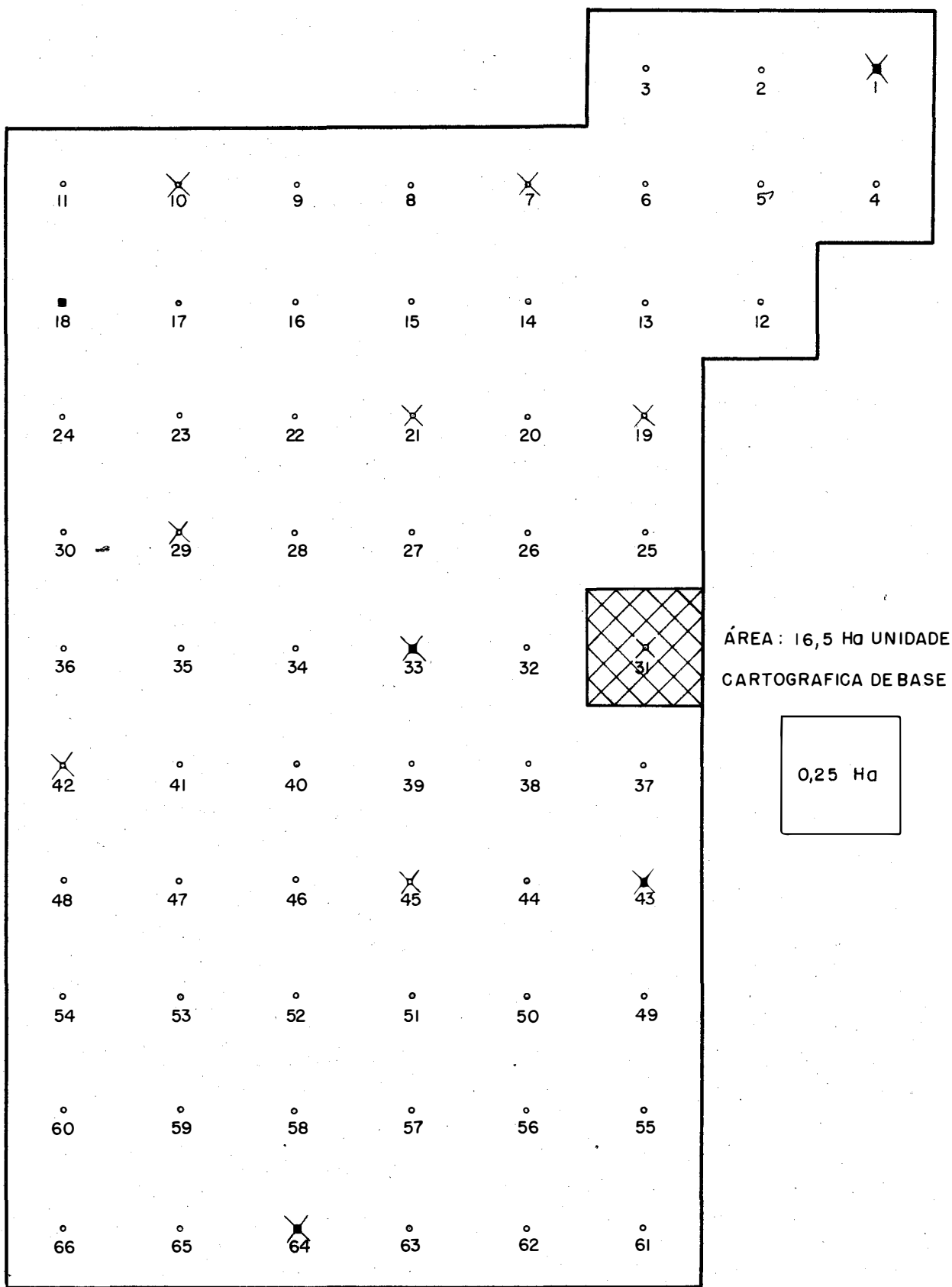
Devido a falta de dados, não serão consideradas as inclusões de outros solos que por certo existem, especialmente nas cartas correspondentes aos níveis mais detalhados.

Na figura 54 estão representadas a área, os pontos de amostragem e a carta de solos correspondente à classificação dos pontos ao nível de sub-ordem.

Vê-se por esta figura que dos 66 pontos amostrados, 65, enquadraram-se na sub-ordem Ortox, enquanto que o ponto número 31, correlacionou-se com a sub-ordem Udalf, pertencendo portanto à ordem dos Alfissolos.

A sub-ordem Ortox representa portanto 98,5% dos pontos amostrados e a sub-ordem Udalf apenas 1,5% (Quadro 15).

Como a sub-ordem Udalf está representada por apenas um ponto, achou-se desnecessário a sua classificação em nível categórico inferior, ainda mais que para tanto seria necessário identificar algumas características morfológicas em trincheiras



**LEGENDA**






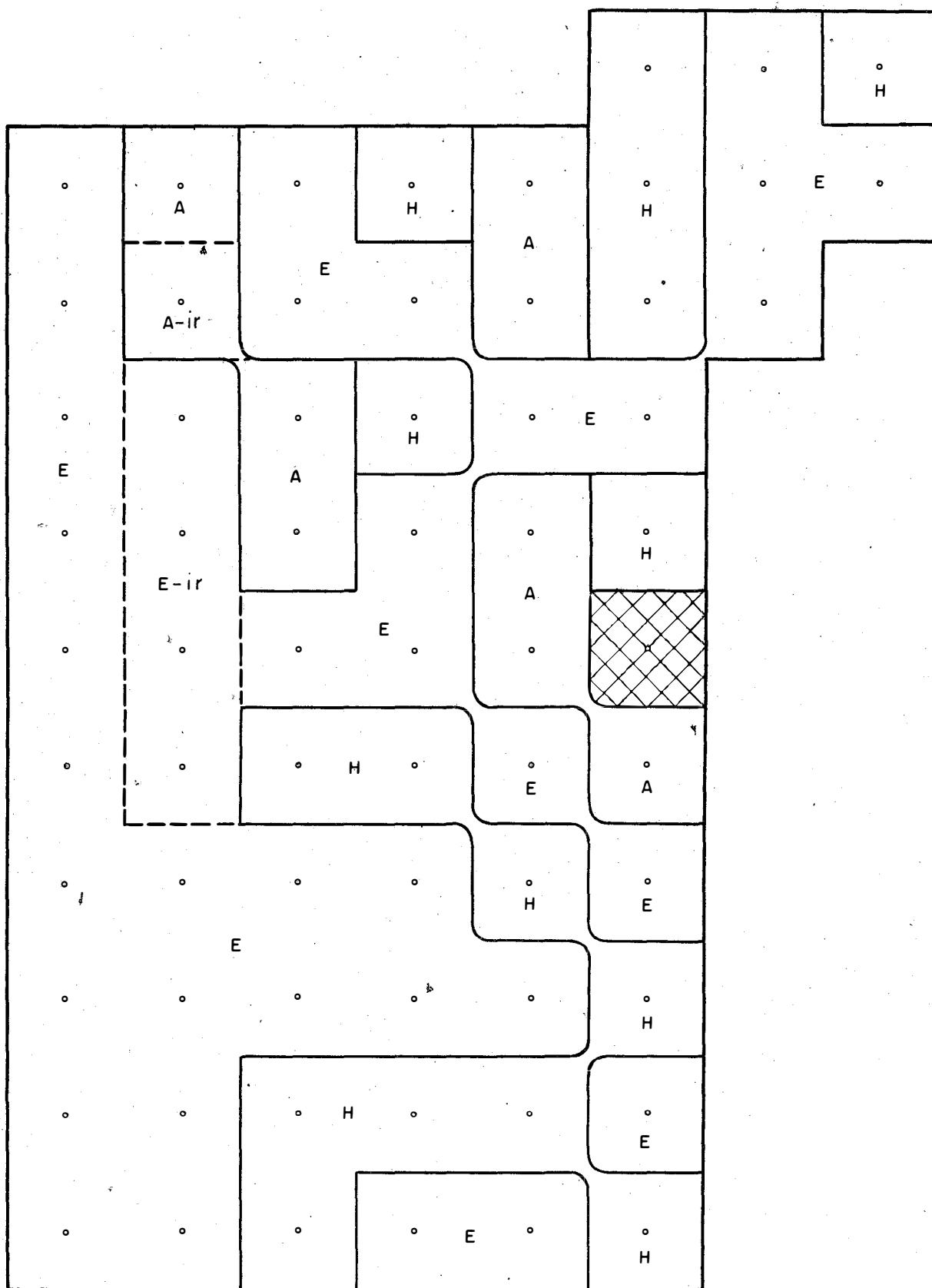
-  UDALF
-  TRINCHEIRAS 60 X 60 X 60 CM
-  TRINCHEIRAS 100 X 100 X 100 CM
-  AMOSTRAGEM PARA ANÁLISE MINERALÓGICA
-  ORTOX

FIGURA 54 : ÁREA-2. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM E DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS AO NIVEL DE SUB-ORDEM.





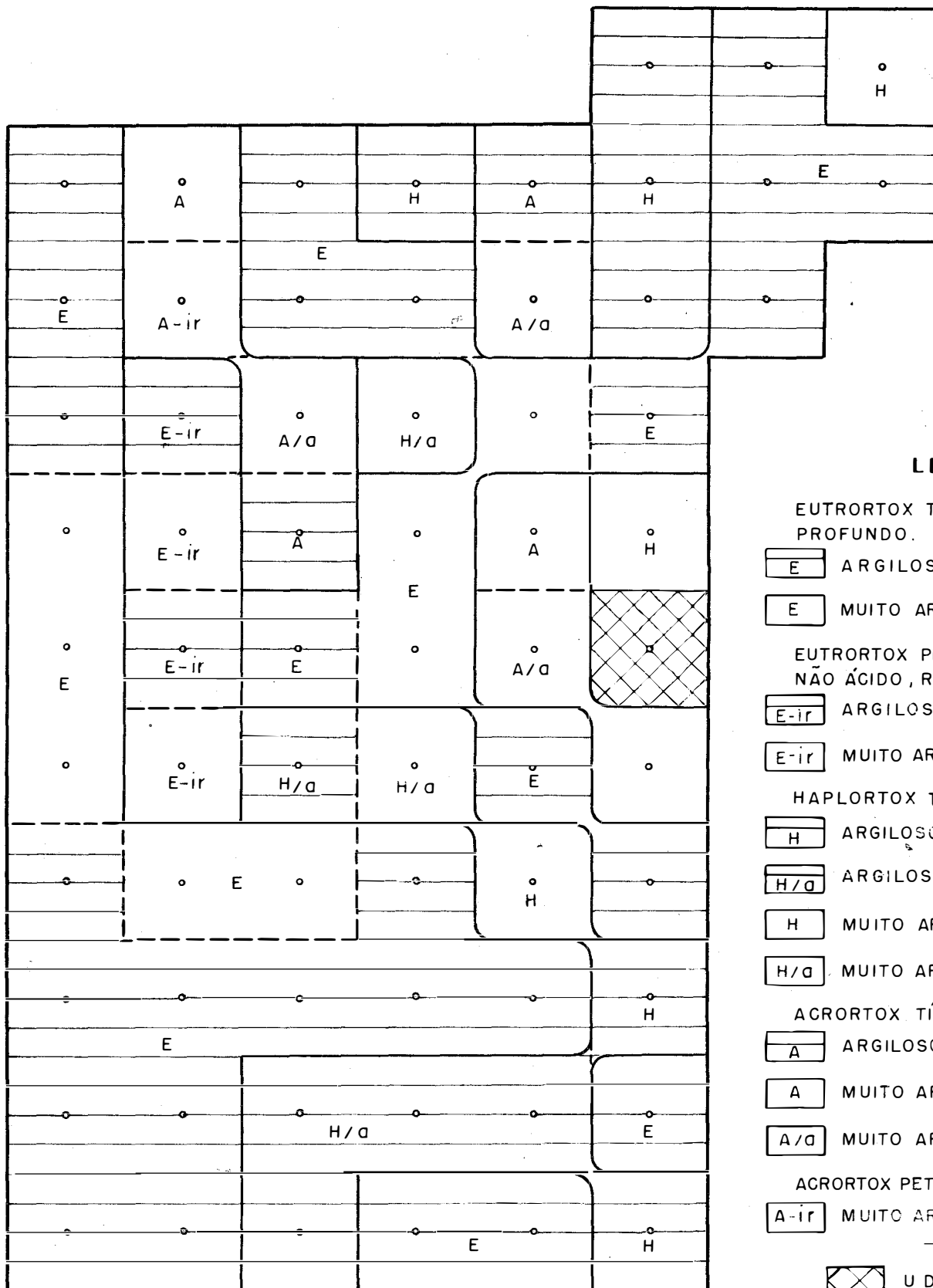
**LEGENDA**

- |  |  |
|--|--|
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E</span> EUTRORTOX TÍPICO | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A-ir</span> ACRORTOX PETROFÉRICO  |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">H</span> HAPLORTOX TÍPICO | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E-ir</span> EUTRORTOX PETROFÉRICO |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span> ACRORTOX TÍPICO  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</span> UDALF                    |

—— SEPARAÇÃO ENTRE GRANDES GRUPOS

----- SEPARAÇÃO ENTRE SUB-GRUPOS

FIGURA 55: ÁREA - 2. DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS AO NÍVEL DE SUB-GRUPO.



**LEGENDA**

EUTRORTOX TÍPICO, MESCLADO, NÃO ÁCIDO, PROFUNDO.

**E** ARGILOSO

**E** MUITO ARGILOSO

EUTRORTOX PETROFÉRRICO, MESCLADO, NÃO ÁCIDO, RASO.

**E-ir** ARGILOSO

**E-ir** MUITO ARGILOSO

HAPLORTOX TÍPICO, MESCLADO, PROFUNDO.

**H** ARGILOSO, NÃO ÁCIDO

**H/a** ARGILOSO, ÁCIDO

**H** MUITO ARGILOSO, NÃO ÁCIDO

**H/a** MUITO ARGILOSO, ÁCIDO

ACRORTOX TÍPICO, MESCLADO, PROFUNDO.

**A** ARGILOSO, NÃO ÁCIDO

**A** MUITO ARGILOSO, NÃO ÁCIDO

**A/a** MUITO ARGILOSO, ÁCIDO

ACRORTOX PETROFÉRRICO, MESCLADO, RASO.

**A-ir** MUITO ARGILOSO, NÃO ÁCIDO

 UDALF

— SEPARAÇÃO ENTRE SUB-GRUPOS

- - - SEPARAÇÃO ENTRE FAMÍLIAS

FIGURA 56: ÁREA - 2. DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS AO NÍVEL DE FAMÍLIA.



de 150 cm de profundidade.

A capacidade de retenção de cations superior ou inferior a 1.5 e.mg./100 g argila e a saturação em bases, da camada d, foram as únicas características diferenciais que apresentaram variação suficiente para permitir a subdivisão de solos no nível de grande grupo.

Não se verificou, portanto, até esse nível, a existência de outras características morfológicas e/ou químicas que possibilitassem identificar outras classes que não os grandes grupos Eutrortox, Haplortox e Acrortox.

A frequência porcentual dos pontos amostrados neste nível para os Oxissolos, segundo pode-se observar no quadro 15 é a seguinte: Eutrortox 61,0%, Haplortox 24% e Acrortox 13,5%. Há, portanto, nítida predominância do grande grupo Eutrortox sobre os demais.

A presença de um horizonte petroférico (25) nos pontos 17, 23, 29, 35 e 41, levou-nos a propor os sub-grupos Acrortox Petroférico e Eutrortox Petroférico, não previstos na classificação americana de 1970.

Afora a presença deste horizonte, as características morfológicas, físicas e químicas se mantêm homogêneas, não permitindo, portanto, separar os solos sem contato petroférico em outros sub-grupos que não os Eutrortox, Haplortox e Acrortox Típicos (Figura 55).

O quadro 15 mostra que entre os Ortox o sub-grupo de maior frequência é o Eutrortox Típico correspondendo a 54,6% dos pontos amostrados seguindo em ordem decrescente de frequência de pontos amostrados os sub-grupos Haplortox Típico com 24,2%, o Acrortox Típico com 12,1%, o Eutrortox Petroférico com 1,5%. Para subdividir os sub-grupos em famílias, usou-se

para a camada subsuperficial os critérios pH em água superior ou inferior a 5,5, classes textural argilosa ou muito argilosa e espessura inferior ou superior a um metro até o contato petroférico.

A distribuição espacial dessas unidades está representada na figura 56.

As condições pedoclimáticas satisfazem as exigências para considerar todos os solos analisados como pertencentes a família isotérmico, tendo-se omitido a designação da classe climática, na legenda da figura e quadro correspondentes.

Observa-se pela figura 56 que os cinco sub-grupos da ordem Oxissolo correspondem a doze famílias. As famílias Eutrortox Típico mesclado, não ácido, profundo, argiloso e Acrortox Petroférico, mesclado, não ácido, raso, muito argiloso com 42,6% e 1,5% respectivamente, de frequência de pontos amostrados, representam as famílias de maior e menor importância espacial na área (Quadro 15).

O sub-grupo Eutrortox Típico subdividiu-se em duas famílias sendo a família mesclado, não ácido, profundo, argiloso a mais representativa, compreendendo 42,6% dos pontos analisados enquanto que a família mesclado, não ácido, profundo, muito argiloso perfaz 12,2% dos pontos analisados.

O sub-grupo Eutrortox Petroférico, subdividiu-se também em duas famílias: a) mesclado, não ácido, raso, argiloso e b) mesclado, não ácido, raso, muito argiloso, ambas apresentando a mesma frequência de pontos amostrados, isto é, 3%.

Devido ter sido possível o emprego de duas características diferenciais, pH em água e porcentagem de argila, subdividiu-se o sub-grupo Haplortox Típico em quatro famílias, das

Quadro 15. - Frequência porcentual dos pontos amostrados segundo o nível de levantamento e unidade taxonômica considerados. Área-2.

Nível de levantamento	Unidade Taxonômica	Nº de Pontos	% de frequência
Ordem	Oxissolo	65	98,5
	Alfissolo	1	1,5
Sub-ordem	Ortox	65	98,5
	Udalf	1	1,5
Grande-grupo	Eutrortox	40	61,0
	Haplortox	16	24,0
	Acrortox	9	13,5
	(Udalf)	1	1,5
Sub-grupo	Eutrortox Típico	36	54,6
	Eutrortox Petroférico	4	6,1
	Haplortox Típico	16	24,2
	Acrortox Típico	8	12,1
	Acrortox Petroférico	1	1,5
	(Udalf)	1	1,5
Família	Eutrortox Típico, mesclado, não ácido profundo		
	- argiloso	28	42,6
	- muito argiloso	8	12,2
	Eutrortox Petroférico, mesclado, não ácido, raso		
	- argiloso	2	3,0
	- muito argiloso	2	3,0
	Haplortox Típico, mesclado, profundo		
	- argiloso, não ácido	9	13,7
	- argiloso, ácido	2	3,0
	- muito argiloso, não ácido	3	4,5
	- muito argiloso, ácido	2	3,0
	Acrortox Típico, mesclado, profundo		
	- argiloso, não ácido	2	3,0
	- muito argiloso, não ácido	2	3,0
	- muito argiloso, ácido	4	6,0
	Acrortox Petroférico, muito argiloso, mesclado, não ácido, raso	1	1,5

Continua

Quadro 15. - continuação

Nível de levantamento	Unidade Taxonômica	Nº de Pontos	% de frequência
Série	Eutrortox Típico, mesclado, não ácido, profundo		
	Argiloso V% < 50	22	33,5
	Argiloso V% ≥ 50	6	9,1
	Muito argiloso V% < 50	7	10,7
	Muito argiloso V% ≥ 50	1	1,5
	Eutrortox Petroférico, mesclado, não ácido, raso		
	Argiloso V% < 50	2	3,0
	Muito argiloso, V% < 50	1	1,5
	Muito argiloso, V% ≥ 50	1	1,5
	Haplortox Típico, mesclado, profundo, V% ≥ 10,		
	Argiloso, não ácido	9	13,7
	Argiloso, ácido	2	3,0
	Muito argiloso, não ácido	3	4,5
	Muito argiloso, ácido	2	3,0
	Acrortox Típico, mesclado profundo		
	Argiloso, V% ≥ 10, não ácido	2	3,0
	Muito argiloso, V% ≥ 10, não ácido	2	3,0
	Muito argiloso, V% ≥ 10, ácido	3	4,5
	Muito argiloso, V% < 10, ácido	1	1,5
	Acrortox Petroférico, mesclado, não ácido, raso.		
	Muito argiloso, V% ≥ 10	1	1,5

quais a família mesclado, profundo, argiloso, não ácido, com 13,7% dos pontos amostrados, constitui a unidade de maior expressão espacial.

O sub-grupo Acrortox Típico, apesar de ter sido também subdividido mediante a utilização do pH em água e porcentagem de argila como critério diferencial ao nível de família, apresentou três classes distintas, dentre as quais a família mesclado, profundo, muito argiloso e ácido, com 6% de pontos amostrados, representa a classe mais importante do ponto de vista espacial.

Ao nível de série, os solos foram separados com base nos valores de saturação em bases da camada subsuperficial, superiores ou inferiores a 10 nos solos distróficos e superior ou inferior a 50 nos solos eutróficos. Este critério permitiu a definição de 16 séries pertencentes à ordem Oxissolo (Figura 57).

A unidade Eutrortox Típico, mesclado, não ácido, profundo, argiloso, com saturação em bases inferior a 50%, constitui a série que apresenta a maior frequência de pontos amostrados, 33%, enquanto que as séries Eutrortox Típico, mesclado, não ácido profundo, muito argiloso, com saturação em bases superior a 50; Eutrortox Petroférico, mesclado, não ácido, raso, argiloso com saturação em bases inferior a 50; Acrortox Típico profundo, muito argiloso, ácido, com saturação em bases inferior a 10 e finalmente a série Acrortox Petroférico, não ácido, raso, muito argiloso com saturação em bases superior a 10, cada qual com apenas 1,5% dos pontos amostrados correspondem as unidades de menor expressão espacial.

Observa-se, pelas unidades taxonômicas estabelecidas, que, com exceção de algumas características químicas, ape-



nas a porcentagem de argila e a ocorrência de contato petroférico foram empregada como características diferenciais de classe, ressaltando a maior uniformidade desses solos com respeito as propriedades mineralógicas, morfológicas e físicas do que químicas.

A julgar pelos dados apresentados, não há, aparentemente, correlação entre as características químicas, físicas, morfológicas e mineralógicas utilizadas como característica diferencial. Aliando este fato à absoluta uniformidade da paisagem, vê-se ser impraticável, apenas com observações de campo, o estabelecimento de classes inferiores a categoria de sub-ordem.

A classificação de solos nas categorias inferiores fica desta forma, na dependência da caracterização analítica do material coletado.

As figuras 55, 56 e 57 mostram que os solos distribuem-se já ao nível de grande grupo de maneira aparentemente caótica enquanto que o quadro 15, indica haver até o nível de sub-grupo acentuada predominância de uma unidade de mapeamento sobre as outras.

Utilizando-se da mesma argumentação tecida, no capítulo 6.1.5, pode-se admitir, também para a Área-2, como elevada a probabilidade da maioria dos pontos de observação e controle, serem amostrados na unidade predominante e conseqüentemente a localização do perfil representativo da classe na unidade taxonômica principal. O nível de sub-grupo pode ser considerado, portanto, como o mais adequado nas nossas condições para levantamentos semi-detalhados, em áreas semelhantes à esta.

As observações de Powell & Springer (55) de que as unidades de mapeamento sejam definidas em termos de duas ou mais unidades taxonômicas dominantes sem especificar a porcen-

tagem de cada uma delas encontra guarida, já que na Área-2 ao nível de grande grupo a unidade taxonômica principal representa apenas 61%, sendo a diferença representada por três outras unidades.

## 7 - CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado, os resultados obtidos permitiram chegar às seguintes conclusões:

- Tanto em superfície como em subsuperfície, há grande homogeneidade nas características morfológicas. Com exceção da textura, do contato petroférico e da espessura do solo da Área-2, não se destacou em ambas as áreas, nenhuma característica como diferenciadora de classe.

- Usando-se apenas critérios morfológicos, definiu-se na Área-1, apenas uma unidade taxonômica (sub-ordem Ortox), enquanto que na Área-2, evidenciaram-se duas unidades: uma pertencente a sub-ordem Ortox correspondendo a 98,5% dos pontos amostrados, e outra, à sub-ordem Udalf ou Udult com apenas 1,5%.

- Apenas com observações de campo é impraticável chegar-se ao nível de grande grupo, visto que a diferenciação de classes na ordem Oxissolo, fica na dependência da caracterização analítica do material coletado.

- Os resultados analíticos permitiram separar os solos da Área-1 em dois sub-grupos:

a) Acrortox típico, representando 70,3% dos pontos amostrados, com duas famílias e quatro séries.

b) Haplortox típico, com uma família e quatro séries.

- Os solos da Área-2 foram separados em cinco sub-grupos:

a) Eutrortox típico, com 54,6% dos pontos amostrados apresentando duas famílias e quatro séries,

b) Eutrortox petroférico, com duas famílias

e três séries,

c) Haplortox típico, com quatro famílias e quatro séries,

d) Acrortox típico, com três famílias e quatro séries,

e) Acrortox petroférico, com uma família e uma série.

- Os resultados referentes a cartografia dos solos permitiu considerar a categoria de família para a Área-1 e subgrupo para a Área-2, como as mais adequadas ao nível de levantamento semi-detalhado e na escala de publicação de 1:50.000.

- As características químicas utilizadas como diferenciadoras de classe não se correlacionaram, aparentemente, com as características morfológicas, físicas e mineralógicas.

- Na camada superficial as características analisadas apresentaram, em geral, menor dispersão dos dados do que na camada subsuperficial.

- De maneira generalizada, as características físicas e mineralógicas apresentaram maior homogeneidade do que as químicas. A água retida a 1/3 e a 15 atmosferas, a argila, o pH em água e em solução de cloreto de potássio, com CV inferior a 10%, foram as características que apresentaram maior homogeneidade. O cálcio, o magnésio e potássio, a soma de bases e a saturação em bases, especialmente da camada subsuperficial, com CV superior a 40%, são as características que apresentaram maior dispersão dos dados.

- Em geral bastam cinco amostras ou menos para estimar-se adequadamente a média das características físicas e mineralógicas. As características químicas requerem um número bem mais elevado, atingindo no caso extremo - magnésio da camada subsuperficial da Área-1 - o valor de 150.

8 - RESUMO

O presente trabalho foi realizado com a finalidade de: a) estimar a variabilidade de algumas características químicas, físicas e mineralógicas em duas áreas aparentemente homogêneas de Oxissolo; b) avaliar o número de amostras necessárias para estimar a média das características dentro de determinados níveis de precisão; c) verificar, em termos de levantamento de solos, a distribuição das unidades de mapeamento e respectiva frequência de ocorrência, a medida que diminui a generalização das classes taxonômicas, tomando por base a classificação americana de 1970.

Com base numa série de condições estabelecidas a priori, foram selecionadas duas áreas de Oxissolo, uma correspondendo ao Latossolo Vermelho Escuro-orto e a outra ao Latossolo Roxo. Em cada uma dessas áreas, após a descrição morfológica dos solos demarcados segundo uma rede de prospecção de 50 m de malha, foram coletadas amostras superficiais (0-30 cm) e subsuperficiais (80-120 cm).

Mediante o emprego de estatísticas, estimou-se a variabilidade das seguintes características: água retida a 1/3 e a 15 atmosferas; argila, limo, areia fina e areia grossa; carbono; pH em água e em solução de cloreto de potássio; cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis; soma de cálcio e magnésio trocáveis; capacidade de troca de cátions da terra fina seca ao ar e da fração argila; saturação em bases; caulinita e gibbsita.

Usando o erro padrão ( $S\bar{x}$ ) e a distribuição "t" para níveis de significância de 95, 90 e 80%, obteve-se para algumas das características mencionadas, curvas que permitiram determi-

nar o número de pontos (N) necessários para estimar a média paramétrica dentro de determinado limite de precisão ( $t.S\bar{x}$ ) ou de porcentagem de variação da média. Para as características restantes o valor de N foi calculado pela fórmula  $N = (CV.t/f)^2$  onde, CV é o coeficiente de variação e f é a porcentagem de variação permitida em torno da média.

Os resultados obtidos nas duas áreas permitiram tirar as seguintes conclusões:

- Tanto em superfície como em subsuperfície, há grande homogeneidade nas características morfológicas. Com exceção da textura, do contato petroférico e da espessura do solo da Área-2, não se destacou em ambas as áreas nenhuma característica como diferenciadora de classe.

- Usando-se apenas critérios morfológicos, definiu-se na Área-1, apenas uma unidade taxonômica (sub-ordem Ortox) enquanto que na Área-2, evidenciaram-se duas unidades: uma pertencente à sub-ordem Ortox correspondendo a 98,5% dos pontos amostrados e outra à sub-ordem Udalf ou Udult com apenas 1,5%.

- Apenas com observações de campo é impraticável chegar-se ao nível de grande grupo, visto que a diferenciação de classes, na ordem Oxissolo, fica na dependência da caracterização analítica do material coletado.

- Os resultados analíticos permitiram separar os solos da Área-1 em dois sub-grupos:

- a) Acrortox típico, representando 70,3% dos pontos amostrados, com duas famílias e quatro séries,
- b) Haplortox típico, com uma família e quatro séries.

Os solos da Área-2 foram separados em cinco sub-grupos:

- a) Eutrortox típico, com 54,6% dos pontos amostrados, apresentando duas famílias e quatro séries,
- b) Eutrortox petroférico, com duas famílias e três séries,
- c) Haplortox típico, com quatro famílias e quatro séries,
- d) Acrortox típico, com três famílias e quatro séries,
- e) Acrortox petroférico, com uma família e uma série.

- Os resultados referentes a cartografia dos solos permitiu considerar a categoria de família para a Área-1 e de sub-grupo para a Área-2, como as mais adequadas ao nível de levantamento semi-detalhado e na escala de publicação 1:50.000.

- As características químicas utilizadas como diferenciadoras de classe não se correlacionaram, aparentemente, com as características morfológicas, físicas e mineralógicas.

- Na camada superficial, as características analisadas apresentaram, em geral, menor dispersão dos dados do que na camada subsuperficial.

- De maneira generalizada, as características físicas e mineralógicas apresentaram maior homogeneidade do que as químicas. A água retida a 1/3 e a 15 atmosferas, a argila, o pH em água e em solução de cloreto de potássio, com CV inferior a 10%, foram as características que apresentaram maior homogeneidade. O cálcio, o magnésio e potássio, a soma de bases e a saturação em bases, especialmente da camada subsuperficial, com CV superior a 40%, são as características que apresentaram maior dispersão dos dados.

- Em geral bastam cinco amostras ou menos para estimar-se adequadamente a média das características físicas e mineralógicas. As características químicas requerem um número bem mais elevado, atingindo no caso extremo - magnésio da camada subsuperficial da Área - o valor de 150.



## 9 - SUMMARY

Variation of morphological, physical, chemical and mineralogical characteristics in two Oxisol areas.

Latossolo Vermelho Escuro-orto and Latossolo Roxo, both Oxisols, occurring in two apparently homogeneous area, were examined in order to: a) study the variability of some of their chemical, physical and mineralogical characteristics; b) determine the number of samples suitable to estimate the average value of the mean for any characteristics within given values of precision; c) verify, in terms of soil survey, the distribution of the mapping units as well as their frequency of occurrence with diminishing degree of generalization of the taxonomic classes according the American soil classification system of 1970.

Soil samples, both from the surface (0-30 cm) and the subsurface (80-120 cm) were collected in each of the areas following a 50 m grid pattern.

An statistical approach was used to study the variability of the following soil characteristics: water retention at 1/3 and 15 atmospheres; clay, silt, fine sand and coarse sand content; organic carbon; pH in water and in 1N potassium chloride, exchangeable calcium, magnesium, potassium, aluminium and calcium plus magnesium; cation exchange capacity of the whole soil and of the clay fraction; base saturation; kaolinite and gibbsite content.

Considering the standart error ( $S\bar{x}$ ) and the "t" distribution at 95, 90, 80% significance levels, curves were drawn for some characteristics, and so, the number of samples (N) necessary to estimate, within given limits of precision

$(t.S\bar{x})$  or percentage of variation of the mean, were obtained. For the remaining characteristics the N value was accessed by  $N = (CV.t/f)^2$ , CV being the variation coefficient, and f, the allowed percentage of variation of the mean.

The results obtained for both areas led to the following conclusions:

- Morphological characteristics were found to be very homogeneous for surface and subsurface samples. Excluding the petroferric contact and the soil depth in Area-2, the morphological characteristics were unsuitable to differentiate classes in both areas.

- Based exclusively on morphological criteria, one taxonomic unit, sub order Orthox, was defined for Area-1 and two units, sub order Orthox covering 98,5% of the area and sub order Udalf or Udult occurring in 1,5%, were defined for Area-2.

- The classification of the soils, in the great group level based on field observation alone was found to not satisfactory since the differentiation of the units within Oxisols depends upon the analytical characteristics.

- Based on the analytical results, the following soil groups were defined for the Area-1.

a - Typic Acrorthox, representing 70,3% of the sampled points, with two families and four series.

b - Typic Haplorthox, with one family and four series.

- The soils of the Area-2 were divided in five subgroups:

a - Typic Eutrorthox, with 54,6% of the sampled area, presenting two families and four series.

b - Petroferric Eutrorthox, with two families and three series.

c - Typic Haplorthox, with four families and four series.

d - Typic Acrorthox, with three families and four series.

e - Petroferric Acrorthox, with one family and one series.

- The categories of family for Area 1 and sub-group for Area 2 were considered the more adequate for the semi-detailed level of soil survey and the scale of publication of the map of 1:50.000.

- No correlation was found between the chemical characteristics used to differentiate soil classes and the morphological, physical and mineralogical characteristics of the soils.

- Dispersion of the analytical characteristics analysed was less for the surface samples.

- In general, the physical and mineralogical characteristics were found to be more homogeneous than the chemical ones. Water retention at 1/3 and 15 atmospheres tension, clay content and pH in water and potassium chloride presented CV values of less than 10%. Calcium, magnesium, potassium, sum of bases and base saturation had values of CV higher than 40%.

- Five samples or less are enough to determine the average value of physical and mineralogical characteristics. Much more samples are needed for chemical characteristics 150 being the extreme value, for magnesium in Area 1.

10 - BIBLIOGRAFIA CITADA

1. BALL, D. F. & WILLIAMS, W. M. Variability of soil chemical properties in two uncultivated Brown Earths. J. Soil Sci. 19(2): 379-391. 1968.
2. BALL, D. F. & WILLIAMS, W. M. Further studies on variability of soil chemical properties: efficacy of sampling programmes on an uncultivated Brown Earth J. Soil Sci. 22(1): 59-68. 1971.
3. BECKETT, P. H. T. Lateral changes in soil variability. J. Ast. Inst. Agric. Sci. 33: 172-179. 1967.
4. BECKETT, P. H. T.; BURROUGH, P. A. & WEBSTER, R. The cost of soil survey in relation to the classifications criteria employed. J. Indian Soc. Soil Sci. 15: 187-192. 1967.
5. BECKETT, P. H. T. & WEBSTER, R. Soil variability: A review. Soils and Fert. 34(1): 1-15. 1971.
6. BENNEMA, J. & CAMARGO, M. N. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros. Rio de Janeiro, Div. Ped. Fert. Solo. 1964. 33 fls (mimeografado).
7. BIE, S. W. & BECKETT, P. H. T. Quality control in soils survey. Introduction: I. The choice of mapping unit. J. Soil Sci. 22(1): 33-49. 1971.
8. BJORNBERG, A. J. S. & LANDIN, P. M. B. Contribuição ao estudo da dormação Rio Claro (Neocenoico). Bol. Soc. Bras. Geol. 15(4): 43-67. 1966.

9. BJORNBERG, A. J. S; MACIEL, A. C. & GANDOLFI, N. Nota sobre os depósitos modernos na região de Rio Claro, S. Paulo. Esc. Eng. São Carlos. publ. 106, Geologia 11: 21-36. Setor Publ. Esc. Eng. S. Carlos, São Carlos. 1964.
10. BLOISE, R. M; CASTRO, A. F. & VAVRA, J. P. Estudos de calagem conforme a relação de alumínio trocável para bases trocáveis. In: Congr. Bras. Cienc. Solo, 13, Vitória. 1971. (Resumos).
11. BURING, P; STEUR, G. G. L. & VINCK, P. A. Some techniques and methods of soil survey in the Netherlands. Neths. J. Agric. Sci. 10(2): 157-172. 1962.
12. BURROUGH, P. A. BECKETT, P. H. T. & JARVIS, M. G. The relation between cost and utility in soil survey. J. Soil Sci. 22(3): 359-394. 1971.
13. CAMPINAS. INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual para a descrição do solo no campo. Campinas, 1969. 48p. (Boletim nº 118).
14. CARDOSO FRANCO, E. P. Cation - exchange capacity of clay fraction in ferralitic, fersiallitic and para ferralitic soils of Angola. In: Intern. Congr. Soil Sci, 8, Bucharest, 1964. Transactions. v. 5, p. 577-581.
15. CATANI R. A; GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo para estudos de fertilidade. Bragantia 14: 19-26. 1954.
16. CATANI R. A; GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. 28 p. (Boletim 69)

17. CATANI, R. A. & PAIVA NETO, J. E. Dosagem do potássio e sódio pelo fotômetro de chama, sua aplicação em análise de solo. *Bragantia* 9: 175-183. 1949.
18. CLINE, M. G. Principles of soil sampling. *Soil Sci.* 58: 275-288. 1944.
19. CLINE, M. G. Basic principles of soil classification *Soil Sci.* 67: 81-91. 1949.
20. COSTA, A. O. L. & GODOY, H. Contribuição para o conhecimento do clima do solo de Ribeirão Preto. *Bragantia*, 21: 689-742. 1962.
21. D'HOORE, J. L. La carte des sols d'Afrique au 1/5.000.000. Memoire explicatif. Comm. Coop. Techn. Afrique. Lagos Publication nº 93. Louvain, Centerick. 1964. 209 p.
22. DIXON, J. B. Quantitative analyses of kaolinite and gibbsite in soils by differential thermal and selective dissolution methods. In: Conf. Clays and clay minerals, 14, Berkeley, 1966. Proceedings. p. 83-98.
23. EUA. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Application of the soil classification system in developing or revising series concept and in naming mapping units. Washington, 1967. 21 fls. (Soils memorandum 66).
24. EUA. Soil Survey Staff. Supplement to soil classification system (7<sup>th</sup> approximation). Washington, Govt. Print. Off. 1967. 207 p.
25. EUA. Soil Taxonomy (Selected chapters from the unedited text). Washington, 1970.

26. FRANÇA. Commission de Pedologie et de cartographie des Sols. Classification des sols. Edition 1967. Versailles, s.d. 96 p.
27. GRANER, E. A. Como aprender estatística. Bibl. Agron. Melhoramentos. Ed. Melhoramentos. São Paulo. 1952. 168 p.
28. HAMMOND, L. C; PRITCHETT, W. L. & EHEW, U. Soil sampling in relation to soil heterogeneity. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 22: 548-552. 1958.
29. HANOTIAUX, G. L'échantillonnage des terres en vue de l'analyse chimique. Bull. Rech. Agron. Gembloux. N. S. Tome I (3): 410-431. 1966.
30. HARRADINE, F. F. The variability of soil properties in relation to stage of profile development. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 1949, 14: 302-310. 1950.
31. JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. Advanced course. Madison. 1965. 991 fls. (Mimeografado).
32. KELLOG, C. E. Soil classification and correlation in the soil survey. Washington, U.S.D.A, Soil Conservation Service, 1959. 17 p.
33. LARACH, J. O. I. et alii. Estudo da produtividade dos solos álicos do Estado do Paraná. In: Congr. Bras. Cienc. Solo, 13, Vitória, 1971. (Resumos).
34. LEENHEER, H. & SIMON, M. Influence of soil type on the production of sugar - beets and sugar. In: Intern. Congr. Soil Sci., 4, Amsterdam, 1950. Transactions v.2, p. 222-228.
35. LÉVÊQUE, A. Les sols ferralitiques de Guianne Française. Paris. ORSTOM, 1967. 168 p. (Memoires 3).

36. MADER, D. L. Soil variability - A serious problem in soil-site studies in the Northeast. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 27: 707-709. 1963.
37. MAIGNIEN, R. Manuel de prospection pedologique. Paris, ORSTOM. 1969. 132 p. (Initiations - Documentations Techniques - 11).
38. MARCOS, Z. Z. Morphologic and physical properties of fine textured Oxisols. State of São Paulo. Ohio St. Univ. 1971. 292 fls. (PhD Thesis).
39. MC CORMACK, D. E. & WILGIND, L. P. Variation of soil properties within mapping units of soils with contrasting substrata in North Western Ohio. Soil Sci Soc. Amer. Proc. 33: 587-593. 1969.
40. MC INTIRE, D. S. & TANNER, C. B. Anormally distributed soil physical measurement and nonparametric statistics. Soil Sci. 1969 (88): 133-138.
41. MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. In: Congr. Bras. Cienc. do Solo, 6, Salvador. 1957. Anais. Rio de Janeiro, Soc. Bras. Cienc. do Solo, 1962. p. 29-38.
42. MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. Considerações gerais sobre a capacidade de campo. In: Congr. Bras. Cienc. do Solo, 8, Belém. 1961 (Nota prévia).
43. MENCK, J. R. & OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE. Estudo comparativo de alguns métodos de análise granulométrica. Relatório de pesquisa. Instituto Agronômico, Seção de Pedologia. 1971 (Mimeografado).



44. MOORMANN, F. F. Soil microvariability. In: Soil of the humid tropics. p. 45-49. Nat. Ac. of Sci. Washington 1972. 217 p.
45. MOUNTIER, N. S. & DURING, C. Sources of error in advisory soil test. II. Temporal field variance. New Zealand J. Agric. Res. 9(4): 964-71. 1966.
46. MULCAHY, M. J. & HUMPHRIES, A. W. Soil classification, soil survey and land use. Soil and Fert. 30: 1-8. 1967.
47. NELSON, L. A. & MC CRACKEN, R. J. Properties of Norfolk and Portsmouth soils. Statistical summarization and influence in corn yield. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26: 497-502. 1962.
48. OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE. ET ALLII. Apreciações generalizadas sobre as características químicas de Eutrortox (Latossolo Roxo) da Estação Experimental de Ribeirão Preto. (Inédito).
49. OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE & CARVALHO, A. Uso do solo no município de Ribeirão Preto. Bol. Paul. Geogr. 43: 5-58. 1966.
50. OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE & MONIZ, A. C. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Ribeirão Preto. (Inédito).
51. OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE & ROTTA, C. L. Apreciações generalizadas sobre as características químicas das unidades de solos da Estação Experimental de Limeira. Bragantia. (no prelo).

52. OLIVEIRA, J. BERTOLDO DE & ROTTA, C. L. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Limeira. Bragançia (no prelo).
53. PENTEADO, M. M. Geomorfologia do setor centro-ocidental da depressão periférica paulista. Rio Claro. Fac. Fil. Cienc. Letr. 1968. 160 fls. (Tese de doutoramento).
54. POMMERENING, J. A. & KNOX, E. Q. A test for natural soil group within the Willamete catena population. Soil Sci Soc. Amer. Proc. 26: 282-286. 1962.
55. POWELL, J. C. & SPRINGER, M. E. Composition and precision of classification of several mapping units of the Appling, Cecil and Lloyd series in wallon County. Georgia. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 454-458. 1965.
56. PRITCHETT, W. L; BRELAND, H. L. & HARSON, W. D. Role of research in a soil testing program. B. sampling soils on a field basis. Soil Sci Soc. Flor. Proc. 13: 131-142. 1953.
57. PROTZ, R; PRESANT, E. W. S. & ARNOLD, R. W. Establishment of the modal profile and measurement of variability within a soil land-form unit. Can. J. Soil Sci. 48: 7-19. 1968.
58. REED, J. F. & RIGNEY, J. A. Soil sampling from fields of uniform and monuniform appearance and type. J. Amer. Soc. Agron. 39: 26-40. 1947.
59. RENNIE, D. A. & CLAYTON, J. S. The significance of local soil types to soil fertility studies. Canad. J. Soil Sci. 40: 146-156. 1960.
60. RICHARDS, L. A. A pressure membrane extraction apparatus for soil solution. Soil Sci. 51: 377-86. 1951.

61. ROUX, J. & SCOTNEY, D. M. A Key to the soils of Natal. Dept. Agr. Tech. Serv. Pretoria. 1970. 96 p.
62. SÃO PAULO, INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO. Mapa geológico do Estado de São Paulo. 1963. Escala 1:1.000.000.
63. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro. Min. Agric. 1960, 634 p. (Boletim 12).
64. SLAVIN, W. Atomic absorption spectroscopy. New York. Intercience. 1968. 307 p.
65. SMITH, G. D. & NEWHALL, F. Soil temperature regimes, their characteristics and predicability. Washington. Dept. Agric. 1964. 13 p.
66. SYS, S. Les sols de l'Afrique Centrale dans la classification américaine: 7<sup>a</sup> approximation. Afr. Soils 24(1-2): 5-24. 1969.
67. THORNBURN, T. H. & LARSEN, W. R. A statistical studie of sampling. J. Soil Mech. Found. Dir. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng. SMS. 1-13. 1959.
68. THORNTHWAITTE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geog. Rev. vol 38, pp 55-94, 1948.
69. TONKONOGV, V. D. Experimental statistical analysis of geographic soil formation patterns using the sandy podzols of the Northern part of the Russian plain as an example. Sov. Soil Sci. 3:29-39. 1971.
70. VAZHENIN, I. G; DOLGOPOLAVA, R. V. & SNETKOVA, A. P. Microvariation of characteristics and properties of soil within a soil profiles. Sov. Soil Sci. 2: 141-156. 1969.

71. VAN RAIJ, B. & KUPPER, A. Capacidade de troca de cations em solos. Estudo comparativo de alguns métodos. *Bragantia* 25: 327-336. 1966.
72. VETTORI, L. Método de análise de solo. Rio de Janeiro. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24 p. (Bol. Tecn, 7).
73. VILLIERS, J. M. A study of soil formation in Natal. Univ. Natal. 1962. 256 fls. (PhD. Thesis).
74. WEBSTER, R. & BECKETT, P. H. T. A study of the agronomic value of soil maps interpreted from air photographs. In: Intern. Congr. Soil Sci., 8, Bucharest, 1964. Transactions. v.5 p. 795-803.
75. WEBSTER, R. & BECKETT, P. H. T. Quality and usefulness of soil maps. *Nature* 219 (5. 155): 680-682. 1968.
76. WILDING, L. P; JONES, R. B. & SCHAFER, G. M. Variation of soil morphological properties within Miani and Crosby mapping units in West-central Ohio. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29: 711-717. 1965.
77. WILDING, L. P; SCHAFER, G. M. & JONES, R. B. Morley and Blount soil: a statistical summary of certain physical and chemical properties of some selected profiles from Ohio. *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.* 28: 674-679. 1964.
78. VINK, A. P. A. Soil survey as related to agricultural productivity. *J. Soil Sci.* 14(1): 88-101, 1953.