CONTRIBUIÇÃO DE ALGUNS FATORES NOS RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DE TERRA E SEUS EFEITOS NAS RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM

JOSÉ CARLOS CHITOLINA

Orientador: Prof. Dr. NADIR ALMEIDA DA GLÓRIA

**Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz», da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia.
Área de concentração: Solos e Nutrição
de Plantas.**

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Março, 1982

A meus pais

A

Emília

Cláudia

Solange

Ivan

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Prof. *Renato Amilcare Catani*
- Prof. *Nadir Almeida da Glória*
- Dr. *Bernardo van Raij*
- Prof. *Antonio Eneidi Boaretto*
- Prof. *Paulo Roberto Curi*
- Prof. *Roque Tamburini Júnior*

- Sr. *Paulo Roberto de Aguiar e Silva*
- Sr. *Braulio Bis*
- Sra. *Claudete Ezias Grassi*
- Sra. *Deise Joana Escolástico Cecilio*
- Sr. *Francisco Martins Filho*
- Sr. *Antonio Aparecido Martim*
- Sra. *Ivonete Aparecida Dorini de Aguiar e Silva*

- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.
- Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola do "Campus" de Botucatu da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
- Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico de Campinas.
- Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

- ICASA - Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo.
- Departamento de Química Analítica do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".
- LASO - Laboratório de Análise Química.
- Fundação de Ensino e Tecnologia de Alfenas.
- Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo.
- CONTROL - Laboratório de Análise Química S/C Ltda.
- Federação Meridional de Cooperativas Agropecuárias Ltda.
- Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves".
- Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.
- Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.
- Departamento de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".
- A todos aqueles que, de algum modo, contribuíram positivamente com este trabalho.

I N D I C E

RESUMO	ix
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. Amostragem	7
2.1.1. Conceito e sua aplicação para solos	7
2.2. Obtenção de amostras representa tivas	11
2.2.1. Modelo de amostragem	11
2.2.2. Tamanho da área, número de amostras e variabili- dade das características químicas	11
2.3. Interpretação e recomendação de adubação e calagem com base nos resultados analíticos	15
2.4. Influência da embalagem, proces so de secagem e tempo de armaze namento das amostras nos resul- tados analíticos	17
2.5. Programa interlaboratorial	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Experimento de Amostragem	23
3.1.1. Áreas escolhidas	24
3.1.2. Procedimento de amostra- gem	30
3.1.3. Métodos de análise quími ca	39

3.1.3.1.	Determinação do pH	39
3.1.3.2.	Determinação da <u>ma</u> téria orgânica	40
3.1.3.3.	Determinação do <u>po</u> tássio trocável	40
3.1.3.4.	Determinação do <u>fós</u> foro solúvel	41
3.1.3.5.	Determinação do <u>alu</u> mínio trocável	41
3.1.3.6.	Determinação de <u>cál</u> cio e magnésio	41
3.1.4.	Interpretação dos resultados	42
3.1.5.	Análise estatística	42
3.1.5.1.	Prova de Friedman para amostras <u>corre</u> lacionadas	42
3.1.5.2.	Determinação do nú- mero de amostras <u>pa</u> ra se estimar a <u>fer</u> tilidade média e cálculo do coefici- ente de variação	44
3.1.6.	Adubação e calagem em função dos resultados obtidos para cada tipo de amostra	45
3.2.	Experimento de embalagem, tempo de armazenamento e processo de secagem da amostra	46
3.2.1.	Obtenção e preparo das amos- tras para análise	46
3.2.2.	Análise estatística	47
3.3.	Programa interlaboratorial	47
3.3.1.	Obtenção, preparo e envio das amostras aos laboratórios	48
3.3.2.	Métodos de análise química	49
3.3.2.1.	Determinação da <u>ma</u> - téria orgânica	50
3.3.2.2.	Determinação do pH	51
3.3.2.3.	Obtenção do extrato para Al, Ca, Mg e Ca + Mg	51

3.3.2.4. Determinação do pH	52
3.3.2.5. Determinação do cálcio	52
3.3.2.6. Determinação do Ca + Mg	52
3.3.2.7. Determinação do Mg	52
3.3.2.8. Obtenção do extrato para potássio ou fósforo	52
3.3.2.9. Determinação do potássio	53
3.3.2.10. Determinação do fósforo	53
3.3.3. Análise estatística	53
3.3.4. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos de cada laboratório	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1. Amostragem	55
4.1.1. Sorteio das sub-áreas, coleta de amostras simples e métodos de amostragem	55
4.1.2. Influência do esquema de amostragem nos teores dos elementos e valores de pH revelados pela análise química	70
4.1.2.1. Matéria orgânica	83
4.1.2.2. pH	87
4.1.2.3. Alumínio	89
4.1.2.4. Cálcio	90
4.1.2.5. Magnésio	91
4.1.2.6. Potássio	92
4.1.2.7. Fósforo	93
4.1.3. Aplicação da Prova de Friedman para amostras correlacionadas	94
4.1.4. Generalização dos resultados	96

4.1.5. Determinação do número de amostras para se estimar a fertilidade média	99
4.1.6. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos para cada tipo de amostra, para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho	116
4.2. Influência da embalagem, tempo de armazenamento e processo de secagem da amostra	135
4.2.1. Análise de agrupamento visando determinar a influência dos fatores nos resultados analíticos	145
4.2.2. Adubação em função dos resultados obtidos em relação aos fatores secagem e tempo de armazenamento de amostras de terra	151
4.3. Programa interlaboratorial	155
4.3.1. Influência dos laboratórios nos teores dos elementos e valores de pH revelados pela análise química	155
4.3.2. Comparação entre laboratórios pela aplicação da Prova de Friedman	176
4.3.3. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos de cada laboratório para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho	182
5. CONCLUSÕES	191
6. LITERATURA CITADA	194

CONTRIBUIÇÃO DE ALGUNS FATORES NOS RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DE TERRA E SEUS EFEITOS NAS RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM

Candidato: JOSÉ CARLOS CHITOLINA

Orientador: Prof.Dr. *Nadir Almeida da Glória*

RESUMO

O presente trabalho foi realizado tendo por finalidades: a) estimar a variabilidade de algumas características químicas quando se procede à amostragem casualizada para a formação de amostras compostas de um número variável de amostras simples, em áreas de aparência homogênea, de dois diferentes grandes grupos de solos; b) avaliar o número de amostras necessárias para se estimar a fertilidade média; c) verificar a variação nas recomendações de adubação e calagem para algumas culturas através dos resultados obtidos de análise de amostras selecionadas por diferentes processos de amostragem; d) verificar a influência da embalagem, secagem, e armazenamento nos resultados da análise; e) avaliar a variabilidade de resultados entre laboratórios de análise de terra; f) verificar a variação nas recomendações de adubação e calagem para algumas culturas em amostras de terra analisadas por diferentes laboratórios.

Para isso, fizeram-se três experimentos: a) amostragem; b) embalagem, secagem e armazenamento e c) programa interlaboratorial.

Baseando-se em critérios previamente estabelecidos, selecionaram-se duas áreas de 10 hectares, no Município de Botucatu - SP, cujos solos corresponderam a Terra Roxa Estruturada (TE) e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (LEa). No estudo de amostragem, demarcaram-se as áreas segundo uma rede de prospecção de 70,70 m de malha, coletando-se amostras superficiais (0-20 cm) das sub-áreas, que foram misturadas, formando cinco tipos de amostras compostas. Para os outros experimentos coletaram-se, aproximadamente 100 kg de terra de um único ponto, à profundidade de 0-20 cm. Após homogeneização, embalaram-se amostras em caixas de papelão e sacos de polietileno, armazenando-as por 1, 2, 4, 8, 16 e 32 dias. Após cada período de armazenamento, as amostras foram secas ao ar e em estufa a 60°C.

Remeteram-se outras amostras para 13 laboratórios de análise química de terra.

Mediante o emprego de estatística, estimou-se a variabilidade das características matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo, a diferença entre os tipos de amostras compostas e entre os laboratórios, o número de amostras para estimar-se a fertilidade média das áreas, a influência da embalagem, secagem e armazenamento sobre os resultados da análise química e as diferenças nos resultados analíticos entre laboratórios. Com os resultados analíticos, recomendações de fertilizantes e de calagem, baseados no Boletim nº 209 do IAC, foram feitas e comparadas dentro de cada experimento.

Os resultados permitiram chegar às seguintes conclusões:

- as características químicas matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo foram consideradas estatisticamente semelhantes para os cinco tipos de amostras compostas, para áreas de 10 hectares dos dois solos. Com respeito à variabilidade verificou-se que, geralmente, os resultados eram mais precisos quanto maior o número de amostras simples que formavam a composta;
- para se estimar a fertilidade média, bastam 2 e 3 amostras compostas de 20 simples, respectivamente, para a TE e o LEa, em áreas de 10 hectares;
- as recomendações de adubações fosfatada e potássica foram uniformes para o algodão, cana-de-açúcar e milho, em relação aos resultados dos cinco tipos de amostras compostas. Entretanto, as recomendações de calagem foram variáveis para cada cultura, demonstrando que a variabilidade dos resultados se refletiu com maior intensidade nestas recomendações;
- a secagem ao ar e em estufa a 60°C determinou variações nos resultados analíticos para o pH e fósforo. A embalagem não influenciou nos resultados, ao passo que o armazenamento apresentou influência para o fósforo;
- para os 13 laboratórios participantes do programa interlaboratorial houve grupos de laboratórios cujos resultados analíticos, para uma mesma amostra de terra, foram considerados estatisticamente diferentes;
- as recomendações de adubações fosfatada e potássica, baseadas nos resultados dos laboratórios, foram diferentes entre grupos de laboratórios na TE, para o algodão, cana-de-açúcar e milho. Entretanto, no LEa as recomendações foram, praticamente uniformes. Neste solo, a variabilidade dos resultados se refletiu com maior intensidade nas recomendações de

calagem;

- foi possível identificar qual ou quais determinações químicas poderiam estar provocando recomendações diferentes para um determinado laboratório em relação às recomendações de maioria dos laboratórios, utilizando-se critério agrônomo de recomendação e critério estatístico de diferenças entre laboratórios.

CONTRIBUTION OF SOME FACTORS IN THE RESULTS OF SOIL CHEMICAL
ANALYSIS AND ITS EFFECTS IN BOTH FERTILIZING AND LIMING
RECOMMENDATIONS

Candidato: *JOSÉ CARLOS CHITOLINA*

Orientador: Prof.Dr. *Nadir Almeida da Glória*

SUMMARY

The present research was made with the following purposes: a) to estimate the variability of some chemical characteristics on simple soil samples taken to constitute composite samples, in areas of homogeneous appearance, of two groups of soils; b) to evaluate the average number of samples to estimate the mean fertility levels of the soil; c) to verify the range of variation on liming and fertilizing recommendations, for several crops, based upon soil samples analysis selected by different process of sampling; d) to verify the influence of the soil samples packing, drying and storage on analysis results; e) to evaluate the variability of the results get among several laboratories; f) to verify the variations on liming and fertilizing recommendations based on soil sample analysis from different laboratories.

For this, three experiments were set out: a)

sampling, b) packing, drying and storage and c) interlaboratory program.

Two areas of 10 ha each were selected in Botucatu, São Paulo, Brazil corresponding to two soil types: Brown Earth and Dark Red B Latosolic - sand phase and stratified simple samples were taken and mixed to constitute five types of composite samples. Samples were taken at 0-20 cm deepth.

For the other two experiments 100 kg of soil was collected in a single place at 0-20 cm deepth. After homogenization, samples were packed in card boxes or in poliethylene bags and stored for 1, 2, 4, 8, 16 and 32 days. After each storage period, samples were dried in the air or at 60°C.

Soil samples were send to 13 laboratories to proceed the chemical analysis.

The following characteristics were evaluated:

- The variability on organic matter percentage, pH, aluminum, calcium, magnesium, potassium and phosphorus content in each soil type in the sampled area;
- The differences among the five types of composite samples;
- The necessary samples number to estimate the mean fertility level of the areas;
- The influence of packing, drying and storage on the soil chemical analysis results;
- The differences on the analytical results among laboratories

With the analytical results, fertilizing and liming recommendations, based on Bulletin of IAC nº 209 were

made and compared within each experiment.

The following conclusions can be drawn:

- No statistical differences were noticed among five different types of composite soil samples, for both soil types, as far as organic matter percentage, pH, calcium, magnesium, potassium and phosphorus content are concerned.
- The most precise results were get when a high number of simple samples were taken to form the composite sample.
- To estimate the mean fertility levels for the area size considered 2 composite samples for Brown Earth and 3 for Dark Red B Latosolic - sand phase of 20 simple samples are enough.
- Phosphatic and potassic fertilizer recommendations were uniform for cotton, sugar cane and corn, in relation to the five types of composite soil samples tested. Recommendations for liming were variable.
- Drying soil samples in the air or at 60°C, determined variations among pH and phosphorus contents of the samples. The results were not influenced by soil backing method, however, storage method influenced phosphorus content in the samples.
- There were some groups, among the 13 laboratories tested, whose analysis for the same soil sample showed off statistical differences.
- Phosphatic and potassic fertilizer recommendations of different groups of laboratories were different for cotton, sugar cane and corn when Brown Earth was analysed. For the analysis of Dark Red B Latosolic - sand phase recommenda-

tions were uniform. Some variation was noticed, however, among liming recommendations.

- It is possible to identify what chemical determination may promote different fertilizer recommendations for a particular laboratory in relation to the average recommendation.

1. INTRODUÇÃO

A análise química de terra representativa de um solo em particular corresponde a um dos recursos disponíveis para a aferição das necessidades de fertilizantes para as culturas.

Em locais onde já foram realizados e publicados trabalhos básicos sobre classificação e caracterização de solos, formas de ocorrência de diversos elementos, incluindo-se os nutrientes vegetais, experimentação agronômica de adubação e calagem para várias culturas, o auxílio prestado pela análise química de terra tem sido apreciável, conforme citam CATANI e JACINTHO (1974).

As diversas fases que constituem um programa completo de avaliação da fertilidade do solo são: amostragem adequada e preparação da amostra, extração e determinação dos elementos e íons de interesse, interpretação dos resultados e in

dicações.

É ressaltada, por um número considerável de autores, a importância da amostragem, pois os métodos de extração e de determinação dos elementos podem ser os mais adequados, mas se a amostra não foi obtida e preparada convenientemente os resultados, a interpretação e as indicações serão prejudicados.

Em virtude das propriedades de um solo, mesmo de aparência homogênea, variarem tanto no sentido horizontal como no vertical, torna-se importante conhecer o número de amostras que deve ser retirado do mesmo para se conhecer a sua fertilidade média. Assim, num programa de amostragem deve-se levar em conta o compromisso entre o custo do programa e o grau de precisão desejado.

Encontram-se na literatura trabalhos relacionados ao número de amostras que deve ser retirado de uma determinada área para que se tenha uma certa precisão em relação à variação permitida em torno do valor médio. Normalmente, tais números de amostras são elevados e variam conforme o elemento considerado.

Para levar em consideração o compromisso entre custo e grau de precisão opta-se, em trabalhos de análise de terra para fins de fertilidade, pela utilização de amostra composta resultante da reunião de várias amostras simples.

Uma amostra composta é válida se a mesma representar o valor médio das várias amostras simples que a constituem e se estas amostras fornecerem uma representação adequada da área em estudo. Assim, os trabalhos existentes tentam conciliar todos os fatores citados acima e, após, são efetuadas as recomendações práticas.

No Estado de São Paulo, a análise química de ter

ra representa a principal fonte de informação para fins de recomendação de calagem e adubação. Tem-se verificado um aumento anual no número de análises realizadas pelos diversos laboratórios que operam neste campo, o que parece indicar uma crescente conscientização do agricultor da necessidade dessa análise, a fim de obter do Engenheiro Agrônomo uma recomendação racional que possibilite o uso de insumos de forma econômica.

Entre nós, recomenda-se em geral, coletar 12 a 20 amostras simples para área de 10 a 20 hectares (CATANI e JACINTHO, 1974) ou 15 a 20 amostras simples para áreas de até 10 hectares (IAC., citado por TRANI e BELINAZZI JR.), percorrendo-se a área a amostrar em zigue-zague para a retirada de amostras simples que, depois de reunidas, vão formar a amostra composta. Tais recomendações, apesar de diferentes quanto ao número de amostras simples e tamanho da área, visam tornar a sua prática exequível em condições de campo.

Por outro lado, deve ser levado em consideração as pessoas que procedem à amostragem, pois pode ocorrer que as mesmas sejam leigas ou tenham pouco conhecimento do assunto, retirando um número menor de amostras simples por comodismo.

Trabalho desenvolvido por TRANI e BELINAZZI JR. (1978) demonstra que, em sete regiões do Estado de São Paulo, o número de amostras simples coletadas para formar uma amostra composta é muito baixo, correspondendo, em média, a 4 amostras por hectare. Alertam os autores que este número deve comprometer a representabilidade dos resultados analíticos em relação à fertilidade do solo estudado. Neste mesmo trabalho verifica-se que a retirada de amostras por Engenheiros Agrônomos e Auxiliares das Casas da Agricultura representa apenas 18% do total das amostras retiradas.

Outros fatores, além da amostragem, podem exercer alguma influência no resultado da análise, tais como, embalagem, tempo de envio da amostra ao laboratório, o laboratório em que a amostra é analisada e também o procedimento analítico do laboratório nas suas diversas etapas: secagem da amostra, tomada de porção da amostra, etc...

Normalmente, as amostras são enviadas ao laboratório embaladas em caixa de papelão apropriadas ou em sacos de polietileno e, como geralmente as amostras são retiradas com um certo teor de umidade, poderão ocorrer alterações de origem microbiana ou físico-química, como fixação, nos teores dos elementos analisados.

Os laboratórios de rotina que operam com análises de terra têm como norma realizar as análises no prazo mais breve possível a partir da entrada da amostra no laboratório. Contudo, embora o laboratório apresente rapidez na análise e envio dos resultados, podem surgir dois fatos que devem ser levados em consideração, ou sejam, o período de tempo decorrido entre a coleta da amostra e a sua entrada no laboratório e a época em que a amostra é colhida para ser enviada ao laboratório.

No primeiro caso, ocorre um lapso de tempo que pode ser decorrente do local onde o interessado reside e, também, do envio da amostra através do correio. No segundo caso ocorre também um lapso de tempo devido a um acúmulo de envio de amostras aos laboratórios em determinada época do ano, principalmente nos meses de maio, junho, julho e agosto, período em que são analisadas aproximadamente 50% das amostras.

Considerando-se o procedimento analítico de um laboratório na fase de preparo da amostra para análise, a mesma é colocada para secar. A secagem pode ser realizada tanto ao ar como em estufa, normalmente a 60°C, o que poderá acarrear

tar alterações nos resultados, principalmente em relação aos elementos que sofrem fixação.

Com relação à confiabilidade nos resultados analíticos, TRANI e BELINAZZI JR. (1978) relatam que, devido a diversos fatores, desde alguns anos atrás até hoje, agricultores, vendedores de fertilizantes e Engenheiros Agrônomos dividem uma amostra em várias outras, remetendo-as a diferentes laboratórios para posterior comparação dos resultados analíticos. Geralmente, as diferenças observadas entre os resultados não afetam as quantidades de corretivo ou fertilizante que serão fornecidos para uma cultura. Outras vezes, porém, ocorre o inverso. Em qualquer caso, entretanto, ocorre prejuízo, pois haverá demora na decisão sobre o tipo e quantidade de corretivo e fertilizante a aplicar.

Como são poucos os trabalhos desenvolvidos no Brasil relativos à variabilidade de resultados, devida aos diversos fatores que influenciam uma análise química, é que considerou-se oportuno abordar o assunto.

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para o conhecimento da análise de terra para fins de fertilidade do solo.

Como objetivos específicos, o presente trabalho propõe-se a:

- a) estimar a variabilidade de algumas características químicas quando se procede à amostragem casualizada para a formação de amostras compostas de um número variável de amostras simples, em duas áreas de aparência homogênea, de dois diferentes grandes grupos de solos;
- b) avaliar o número de amostras necessárias para estimar a média das características químicas dentro de determinados limites de precisão, em uma determinada área;

- c) verificar a variação que ocorre na recomendação de adubação e calagem para algumas culturas através dos resultados obtidos de análise de amostras selecionadas por diferentes processos de amostragem em relação a tabelas de adubação e calagem existentes;
- d) verificar a influência da embalagem, do processo de secagem e tempo de armazenamento nos resultados analíticos de amostras de terra.
- e) avaliar a variabilidade de resultados analíticos comparando-se vários laboratórios que realizam análise química de terra, rotineiramente;
- f) verificar a variação que ocorre na recomendação de adubação e calagem para algumas culturas, em função dos resultados analíticos de amostra homogênea de terra analisada por diferentes laboratórios.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Amostragem

2.1.1. Conceito e sua aplicação para solos

Amostragem é a série de operações que permite extrair de um sistema porção ou porções que, combinadas e reduzidas a tamanho apropriado dão uma parcela com características representativas do sistema. Cada uma dessas porções é chamada de amostra simples e a combinação das mesmas de amostra composta (OHLWEILER, 1974). O mesmo autor conceitua amostra como sendo a porção do material tomada do sistema em estudo e, de tal modo selecionada, que possua as características essenciais do sistema que deve representar.

A obtenção da amostra é a primeira etapa em toda e qualquer análise química. É de tal importância que, por

maiores que sejam as precauções tomadas ao se efetuar a análise, será impossível conseguir-se resultados representativos se no processo de amostragem, tiver sido introduzida alguma causa de erro na amostra ou se alterações importantes forem feitas na mesma, no tempo decorrido desde a sua obtenção até que se faça a análise (HENRY, 1961). Daí a importância do processo de amostragem.

Os princípios de amostragem de solo foram delineados por CLINE (1944). O autor considera o solo como uma população de unidades que variam entre si tanto no sentido vertical como no horizontal, sendo que o número de unidades necessárias para amostrar a população depende da variação e do grau de precisão desejados.

Devido a essa variabilidade, o sistema mais conveniente de amostragem de uma certa área de solo para avaliação da fertilidade é o baseado na extração de amostras compostas (CLINE, 1944; REED e RIGNEY, 1947; CATANI *et alii*, 1954; FITTS e NELSON, 1956; PETERSEN e CALVIN, 1965).

Quando uma amostra de solo é analisada os resultados definem especificamente as características de uma pequena subamostra, isto é, a que foi usada durante a análise. O resultado encontrado aproxima-se da característica exata de um solo na extensão em que: a) a amostra seja representativa do volume de solo no campo, b) nenhuma modificação, afetando o resultado, tenha ocorrido na amostra antes da análise, c) as subamostras sejam representativas da amostra original e d) a análise é precisa e representa realmente a amostra (CLINE, 1944).

Alguns dos problemas encontrados na amostragem de solo para fins de fertilidade inclui o tamanho da área a amostrar, a profundidade de amostragem, o número de amostras simples para formar a composta e o modelo de amostragem (FITTS

e NELSON, 1956).

Os estudos sobre a variabilidade das características químicas e físicas do solo têm demonstrado uma maior variabilidade para as características químicas (MADER, 1963 e OLIVEIRA, 1972).

Waynick, citado por REED e RIGNEY (1947), mostrou que a amostragem composta é justificável, mas tão somente após conhecer-se as variações da área a ser amostrada.

Desta forma, a determinação do número de amostras simples necessárias para formar a amostra composta, torna-se importante. Entretanto, o número de amostras simples a serem coletadas pode ser afetado pelas condições do solo. Assim, as áreas com pequenas diferenças nas propriedades do solo necessitam de menor número de amostras por unidade de superfície do que as áreas com grandes diferenças nas propriedades do solo (BURINGH *et alii*, 1962).

Como cada propriedade do solo no campo tem um padrão diferente de variação, o número de amostras necessárias é determinado pela propriedade que requer o maior número de amostras, devendo haver um compromisso entre o mínimo desejado de precisão e de economia (PRITCHETT *et alii*, 1953).

MADER (1963) estudou o grau de variabilidade de solos florestais observando ser a variabilidade entre glebas superiores à variabilidade encontrada dentro das glebas.

Devido a grande variabilidade das características químicas encontradas em solos uniformes, BALL e WILLIAMS (1968 e 1971) evidenciam a necessidade de considerar-se a variação espacial dos solos em qualquer estudo pedológico ou ecológico. Assim, a grande variabilidade torna impossível conhecer qual precisão pode ser aceita para dados provenientes de uma simples amostra de solo.

PROTZ *et alii* (1968) assinalaram que representações mais precisas de variabilidade das características dos solos são obtidas à medida que mais solos são observados, sendo o número de amostras correntemente usados para caracterizar e estabelecer limites de propriedades de solos, em geral, inadequados.

DOW *et alii* (1973), trabalhando com amostragem de solos em áreas irrigadas e não irrigadas, relatam que os dados obtidos implicam que a amostra composta é uma base muito pobre para recomendações válidas de fertilizantes. O grau e a natureza da variação somente podem ser medidos por técnicos de amostragem sistemáticas e intensivas.

TRANI e BELINAZZI JR. (1978), em um levantamento sobre a análise de solo no Estado de São Paulo, verificaram que a amostragem é a etapa em que ocorre maior número de problemas, como escolha inadequada do local para coleta da amostra, não se fazendo distinção entre terras adubadas e não adubadas e separação de glebas instaladas com diferentes culturas e diversas declividades, número baixo de subamostras (3 a 5 em média) em todas as regiões do Estado e desconhecimento da técnica de amostragem pela maioria dos responsáveis pela coleta de amostras, sendo que 18% das amostragens são efetuadas por engenheiros agrônomos e auxiliares das Casas da Agricultura.

Verifica-se, através da literatura, que a amostragem é a etapa da análise química de terra que deve receber grande atenção devido a variabilidade das propriedades químicas nos solos. Como, em geral, a amostragem é efetuada por pessoas de pouco conhecimento técnico, esta fase pode comprometer os resultados da análise.

2.2. Obtenção de amostras representativas

2.2.1. Modelo de amostragem

A coleta de amostras de solo no campo, para estudo de fertilidade, pode ser feita segundo quatro modelos, ou sejam, amostragem simples ao acaso, amostragem estratificada, amostragem em rede e amostragem em zigue-zague (Haynes, citado por FITTS e NELSON, 1956; PETERSEN e CALVIN, 1965).

O melhor modelo é o que proporciona a máxima precisão a um dado custo ou uma certa precisão, com um certo erro, a um baixo custo. Assim, Haynes, citado por FITTS e NELSON (1956) considera que os melhores modelos para a obtenção de amostras de solo são a amostragem estratificada e amostragem em zigue-zague. Entretanto, Matern, citado por PETERSEN e CALVIN (1965), encontrou que a amostragem em redes triangulares ou quadradas davam maior precisão que a amostragem estratificada e consideravelmente maior que a amostragem simples ao acaso.

Os trabalhos de divulgação recomendam realizar a amostragem em zigue-zague (CATANI *et alii*, 1955; MARIN, 1966; CATANI e JACINTHO, 1974; GOMES IRURZUN, 1980; RAIJ, 1981), o que é extrapolado para as publicações técnicas (BENNET, 1968; NAHAS, 1968; BUENO *et alii*, 1979; MIRANDA, 1979).

2.2.2. Tamanho da área, número de amostras e variabilidade das características químicas

Estabelecido o modelo de amostragem, torna-se necessário conhecer o tamanho da área a ser amostrada e o número de amostras simples que devem formar uma amostra composta.

Trabalho realizado por CATANI *et alii* (1954) em

dois solos de aparências uniformes, mostrou que para ambos os solos o potássio trocável apresentou maior variabilidade, vindo em seguida o cálcio. Além disso, os autores demonstraram que quanto maior o número de amostras simples que compõem uma amostra composta, menor é a variação dentro das classes de níveis de fertilidade. Para a determinação do número de amostras simples para formar uma composta, admitiu-se uma variação de 20% em torno dos resultados analíticos médios para as características carbono total, cálcio e potássio trocáveis e uma variação de 5% para o pH, encontrando que a formação de três amostras compostas de 20 simples são suficientes para representar áreas de 6 ha para os solos estudados.

Em um boletim técnico, CATANI *et alii* (1955) recomendam retirar 20 a 30 amostras simples para formar uma composta para áreas de 10 ha, levando em conta que a área a ser amostrada deve apresentar-se uniforme quanto à textura, cor, topografia, uso em anos anteriores e sem erosão.

Baseando-se em trabalhos de RIGNEY e REED (1945) e REED e RIGNEY (1947), em estudo de amostragem de áreas uniformes e não uniformes, FITTS e NELSON (1956) recomendam a formação de uma amostra composta de 10 a 20 amostras simples para áreas de 5 a 10 acres.

HANOTIAUX (1966), estudando a amostragem de terras tendo em vista as análises químicas de K e P, concluiu ser de 25 o melhor número de amostras simples a serem coletadas para cada hectare, com base na verificação dos menores coeficientes de variação obtidos para amostras compostas de um número de amostras simples que variou de 10 a 30. É interessante salientar que o autor encontrou uma flutuação nos coeficientes de variação, ora mais alto ora mais baixo, conforme se aumentava o número de amostras simples para formar a composta.

OLIVEIRA (1972) estudando a variação de características físicas, químicas e mineralógicas em dois oxissolos, verificou que, num dos solos, a característica química que mais

variava era o cálcio, com um coeficiente de variação de 52,1%, sendo que a ordem de magnitude dos coeficientes de variação era $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Al} > \text{C} > \text{pH}$ e que eram necessárias 11 amostras simples, com uma variação em torno da média de 20% a um nível de significância de 80% para representar a média das características químicas, exceto o pH, para uma área de 18,5 ha. Em outro solo, verificou-se que o potássio apresentava maior variação, com um coeficiente de variação de 52,5% sendo que a ordem de magnitude dos coeficientes de variação era $\text{K} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{C} > \text{pH}$ e que eram necessárias 27 amostras simples para representar a média das características químicas para uma área de 16,5 ha.

BARRETO *et alii* (1974), estudando a variabilidade de características químicas no terraço e na encosta de um solo, encontraram que os coeficientes de variação das características estudadas apresentou a seguinte ordem de magnitude para o terraço $\text{P} > \text{K} > \text{Al} > \text{Ca} + \text{Mg} > \text{pH}$ e para a encosta $\text{K} > \text{P} > \text{Ca} + \text{Mg} > \text{Al} > \text{pH}$, calculando ser 30 o número de amostras simples a serem extraídas de uma área de 1 ha para este solo.

CATANI e JACINTHO (1974) recomendam que a área a ser amostrada não deve exceder 10 a 20 hectares de solo uniforme quanto à textura, cor, topografia e uso em anos anteriores. O número de amostras simples a ser retirado da citada área não deve ser menor de 12 e, em geral, não precisa exceder a 20.

SANTANA *et alii* (1975), em trabalho sobre amostragem de solo em plantação de cacau, verificaram que a variabilidade das propriedades do solo diminuem com o aumento do número de subamostras. Encontraram serem necessárias oito amostras simples para o potássio e o alumínio, sete amostras simples para $\text{Ca} + \text{Mg}$ e oito amostras simples para o fósforo para áreas de 1 ha.

LEONT'EV (1975), estudando a variabilidade da fertilidade do solo em uma parcela experimental (200 m²) e em uma área experimental (0,3 - 1,0 ha), verificou que os coefi

cientes de variação obtidos para N, P e K aumentaram com a aplicação de fertilizantes. Para fins analíticos, uma amostra composta de oito a dez amostras simples seria suficiente para se ter uma estimativa média para o pH, fósforo e potássio.

ALVAREZ e CARRARO (1976) observaram a necessidade de considerar o tamanho da área a ser amostrada, a fim de fixar o número de amostras simples que darão origem a uma amostra composta. Os autores verificaram que a mesma precisão nas análises é obtida quando se aumenta o número de amostras simples com o aumento do tamanho da área e que a variação entre os valores de determinada característica química do solo diminui quando o tamanho da área é diminuído. Chamam a atenção para o fato de que a diminuição do número de amostras simples com a diminuição da área amostrada deve ser proporcional à diferença de sua variabilidade e não de sua superfície. Pelas distâncias usadas, na prática, nas amostragens de solos e considerando a variabilidade observada nestes, pode-se recomendar o uso de amostras compostas formadas de 20 a 30 amostras simples.

COLÍBAS e COLÍBAS (1978), trabalhando com método de amostragem e suas relações com algumas características químicas do solo, encontraram serem necessárias 20 a 30 amostras simples para formar uma composta para áreas de 4 ou 5 hectares.

RAIJ (1981) recomenda a coleta de 20 amostras simples para formar a composta para glebas de 10 hectares.

A literatura mostra que não há concordância entre os autores quanto ao tamanho da área a amostrar e o número de amostras necessárias para se estimar a fertilidade média de uma área. Verifica-se também que são poucos os trabalhos existentes no Brasil mostrando a variabilidade dos resultados analíticos quando se procede a coleta de um número baixo de amostras simples que formam uma composta que provem de uma área cujos critérios de escolha sigam as instru-

ções apresentadas nos boletins de divulgação de amostragem de terra para fins de fertilidade.

2.3. Interpretação e recomendação de adubação e calagem com base nos resultados analíticos

O uso das análises de solo como guia para a aplicação de fertilizantes compreende duas etapas, ou sejam, interpretação e recomendações. A interpretação requer correlação estatística entre ensaios controlados com fertilizantes e análises de laboratório, enquanto que as recomendações representam a aplicação econômica desses dados interpretados (CATE e VETTORI, s.d.).

Assim, um método de análise de solo somente deve ser utilizado para fins de recomendação ou de correção do solo, se for demonstrada a existência de correlação entre o resultado analítico e a resposta das culturas. Para estabelecer níveis de adubação, os resultados experimentais de curvas de resposta são agrupados com base nos teores no solo de fósforo ou potássio. Determinam-se as doses mais econômicas para teores no solo classificados como muito baixos, baixos, médios e altos. Os valores determinados servem de base para construir tabelas de adubação (RAIJ, 1981).

Vários autores apresentam critérios para a interpretação da análise de terra para fins de fertilidade, sendo que estes critérios vêm sofrendo algumas modificações baseadas em trabalhos recentes.

Normalmente, a interpretação dos resultados analíticos encontra-se fundamentada em três níveis, ou sejam, baixo, médio e alto, exceto o pH cuja classificação obedece outro critério (CATANI *et alii*, 1955; GARGANTINI *et alii*, 1970; CATANI e JACINTHO, 1974). O teor de matéria orgânica pode vir

apresentado como tal (GARGANTINI *et alii*, 1970) ou como carbono (CATANI *et alii*, 1955; CATANI e JACINTHO, 1974).

RAIJ (1975) interpreta os teores de potássio trocável e fósforo solúvel segundo cinco classes, isto é, muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Segundo o mesmo autor, a análise de terra tem sido utilizada com maior sucesso para recomendações de calagem e adubações potássica e fosfatada, não sendo adequada para recomendar adubação nitrogenada.

Tabelas de adubação e calagem das principais culturas econômicas do Estado de São Paulo podem ser encontradas no BOLETIM 209 - TABELAS DE ADUBAÇÃO E CALAGEM - INSTITUTO AGRONÔMICO (1977), visando uniformizar ao máximo a interpretação dos resultados analíticos e a apresentação das recomendações.

Com relação à calagem, a mesma pode ser recomendada com as finalidades de se elevar o pH, eliminação do alumínio tóxico ou uma correção nos teores de cálcio e magnésio (CAMARGO, 1979).

Pode-se determinar a quantidade de calcário (t/ha) a ser aplicada em um solo multiplicando-se o teor de alumínio trocável, em e.mg/100 ml de solo, pelo fator de calagem (f) 1,5 ou 2,0, sendo o menor valor para corretivos de melhor qualidade e/ou culturas mais tolerantes à acidez e o maior valor para corretivos inferiores e/ou culturas menos tolerantes à acidez dos solos (RAIJ, 1975).

O mesmo autor considera que, além de neutralizar o alumínio, a calagem deve elevar os teores de cálcio e magnésio dos solos, sendo desejável um mínimo de Ca + Mg de 2 e.mg/100 ml de terra, para solos de textura leve e teores baixos de matéria orgânica, e 3 e.mg/100 ml para os demais solos. O cálcilo é feito através da expressão:

Calcário a aplicar (t/ha) = $f (x - (Ca + Mg))$,

onde o valor de x pode ser 2 ou 3 e f é o fator de calagem.

No caso de solos em que existe alumínio e o teor de cálcio e magnésio é baixo, o cálculo da calagem é feito pe los dois critérios, adotando-se o maior dos valores obtidos para a recomendação.

Convém lembrar, entretanto, que a análise de so lo não deve ser encarada como uma técnica para estabelecer as necessidades de uma cultura em um determinado ano. Ela deve ser considerada para ajustar os programas de adubação e calagem a longo prazo (RAIJ, 1981).

2.4. Influência da embalagem, processo de secagem e tempo de armazenamento das amostras nos resultados analíticos

É uma prática comum em muitos laboratórios de análise de terra do Estado de São Paulo secar as amostras ao ar ou secar em estufa a 60°C, conforme RAIJ e ZULLO (1977). As amostras, depois de analisadas, são normalmente armazenadas por períodos variáveis, dependendo de cada laboratório. O Laboratório de Análise de Terra da Seção de Fertilidade do So lo do Instituto Agrônomo de Campinas arquiva as amostras de lavradores por um período de seis meses. Entretanto, se as amostras corresponderem a trabalhos de pesquisa as mesmas podem ser armazenadas por um ano ou mais*.

Tem sido demonstrado que a secagem das amostras leva a um aumento no teor de potássio trocável das mesmas (ATTOE, 1946; HANWAY e SCOTT, 1957; SCOTT *et alii*, 1957). Também tem sido

* Informação verbal do Dr. Bernardo Van Raij, da Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas.

mostrado que a secagem das amostras causa uma diminuição no teor de potássio trocável nas mesmas (REITMEIR, 1951).

JAIYEBO (1968), estudando o efeito da secagem e armazenamento de amostras de solos tropicais sobre o teor de potássio, não encontrou, para amostras com umidade natural, secas ao ar e secas em estufa a 110°C , diferenças significativas. O mesmo ocorreu quando as amostras foram armazenadas durante 52 semanas. A explicação apresentada pelo autor prende-se ao fato de que os solos tropicais geralmente contêm pouca vermiculita e minerais micáceos e, portanto, não há fixação nem liberação de potássio por estes minerais.

POSKULA (1971), trabalhando com amostras de terra secas por radiação infravermelha e em estufa a 60°C e após armazenadas por 3 a 5 meses, encontrou que a secagem aumentou os teores de fósforo e de potássio disponível nas mesmas, enquanto que estas formas foram pouco afetadas pelo armazenamento.

GUPTA e RORISON (1974) estudaram o efeito do armazenamento sobre o teor de fósforo e potássio em amostras de alguns solos. Os tratamentos incluíam amostras armazenadas a 20°C depois de secas ao ar e secas a 40°C e 100°C . Os tratamentos mostraram um aumento marcante sobre os teores de fósforo e potássio solúveis, quando comparados às amostras destes solos analisados imediatamente depois de colhidas. Não se observou efeito de armazenamento quando as amostras eram umedecidas antes da análise. Os autores sugerem que amostras destes solos, com alto teor de matéria orgânica, devem ser analisadas imediatamente após serem coletadas, particularmente para estudo de variação sazonal.

PEVERILL *et alii* (1975) não observaram variações significantes no teor de potássio trocável em amostras de solo devido à secagem em estufa a 40°C , bem como constataram que o armazenamento não alterava os níveis de potássio. Os autores afirmam

que as amostras de solos podem ser armazenadas por um tempo superior a 12 meses antes da análise.

LIEROP e MACKENZIE (1977) verificaram que o pH foi influenciado significativamente pela secagem, em solos orgânicos. Os valores médios de pH para amostras de solos com umidade natural e secas em estufa a 110°C foram, respectivamente, 5,0 e 4,5 para suspensão de solo em água. Os baixos valores obtidos para os solos secos foram atribuídos a um significativo aumento de peso das amostras utilizadas.

MOLLOY e LOCKMAN (1979), estudando a influência da temperatura sobre a análise de solo, encontraram para um solo barro argiloso ácido que a temperatura afetava bastante o teor de fósforo, porém em grau menos acentuado o pH, cálcio, magnésio e potássio, com a matéria orgânica praticamente não sendo afetada. Os autores recomendam que, se as amostras necessitam de secagem antes do envio ao laboratório, uma secagem parcial ao ar, pode ser empregada.

Em determinada época do ano ocorre um acúmulo no número de amostras enviadas aos laboratórios, correspondendo aos meses de maio a agosto para o Estado de São Paulo, analisando-se aproximadamente 50% das amostras nesse período, conforme relatam TRANI e BELINAZZI JR. (1978). Este fato pode provocar atrasos na entrega dos resultados, ocorrendo um lapso de tempo entre a coleta da amostra e a análise.

Conforme já foi mencionado, na prática ocorrem atrasos entre a retirada da amostra e a sua análise, predominantemente devido a remessa do material para o laboratório e, eventualmente, quando ocorrem os períodos de maior demanda de análise. Estes atrasos podem levar a necessidade de secagem das amostras em estufa. Assim, há possibilidade de alterações nos resultados analíticos devidas aos fatores tempo de armazenamento e secagem, em acordo ao que se infere dos trabalhos consultados.

2.5. Programa interlaboratorial

Programa interlaboratorial, de acordo com WAENY (1980), é um nome muito amplo e pode corresponder a vários objetivos. Alguns desses objetivos são:

- a) obter resultados confiáveis e exatos;
- b) obter materiais de referência, certificados;
- c) avaliar o desempenho de um laboratório;
- d) auto-avaliação de um laboratório;
- e) compatibilização de resultados;
- f) avaliação de um método de teste.

Convém esclarecer que não há laboratórios ruins ou bons. Há laboratórios com equipamentos mais refinados, de melhor precisão. Há, também, laboratórios com operadores mais treinados ou com mais alta noção de responsabilidade. A influência desses tipos de causas de erros é importante tanto na avaliação como na auto-avaliação dos resultados de medições.

Ainda, conforme WAENY (1980), para que um programa interlaboratorial possa ser implantado e executado é necessário que sejam considerados os seguintes aspectos:

- a) extensão;
- b) amostras: preparo, transporte e armazenamen-
to;
- c) métodos de teste;
- d) resultados.

Por extensão entende-se a determinação do núme-
ro de laboratórios, número de amostras semelhantes mas não
iguais e quantidade de repetições de ensaios. É claro que,
para garantia absoluta, deseja-se que cada um dos fatores aci
ma seja elevado. Há, contudo, limitações, principalmente eco

nômicas, que impedem o crescimento ilimitado de qualquer des
tes fatores.

A amostra deve, como requisito primordial, ser homogênea e representativa. O laboratório líder é o encarregado do preparo das amostras e é desejável que haja um único responsável específico. A amostra deve ter material suficiente para cobrir as necessidades dos laboratórios participantes, devendo uma parte ficar de reserva para atender a solicitações imprevistas. As amostras devem ser embaladas, sendo protegidas contra os perigos de contaminação durante a armazenagem e o transporte.

Um método de teste ao ser liberado deve ser confiável, tanto no sentido de precisão e exatidão, como no de invariância. Com efeito, ao se liberar um método, liberam-se também condições peculiares ao laboratório iniciador. Outros laboratórios trabalham com equipamentos semelhantes, não iguais, em condições ambientais também não iguais. É importante que o método seja seguido por todos os participantes.

Os resultados dos testes devem ser analisados e avaliados pelo laboratório líder do programa. Os laboratórios participantes não analisam os resultados, mas são informados das conclusões antes da distribuição do resultado que pode ser para uso geral. O mais relevante é que cada laboratório participante acompanhe a avaliação de seus resultados, para confirmar se seus processos e métodos estão sob controle. Poderá, inclusive, ser feita uma indicação aos laboratórios, especificando a área que requer esforços para melhorar os resultados.

Com relação a comparações de resultados analíticos interlaboratoriais são raríssimos, senão praticamente inexistentes, os trabalhos envolvendo análise química de terra.

MOUNTIER *et alii* (1966), em estudo de fontes de erros em análise de solo, encontraram, para as características pH, cálcio, potássio e fosfato, que variações entre valores de uma amostra de solo analisada em diferentes laboratórios eram muito maiores que as análises feitas em duplicata no mesmo laboratório e no mesmo dia. Consideraram que isto era devido particularmente a dois fatores, ou sejam, um fator que era constante entre laboratórios e outro fator flutuante. Este último era causado por variações devidas ao tempo. Cabe salientar que este trabalho foi realizado com apenas 2 laboratórios.

No Brasil, visando um melhor padrão de qualidade nos resultados analíticos, o Instituto Agrônomo de Campinas, manteve contatos técnicos com 18 laboratórios que operam nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, o que se constituiu no "Programa de Intercâmbio entre Laboratórios de Análise de Terra da Região Sudeste" (TRANI e BELINAZZI JR., 1978). Entretanto, os resultados deste programa não se encontram publicados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para se alcançar os objetivos propostos neste trabalho foi necessário a realização de experimentos distintos, cada qual relacionado a objetivos específicos.

Assim, foram realizados três experimentos, ou sejam:

Amostragem,
Embalagem, tempo de armazenamento e processo de
secagem da amostra, e
Programa interlaboratorial.

3.1. Experimento de Amostragem

Foi realizada amostragem casualizada de solo para obtenção de amostras compostas de um número variável de

amostras simples em duas áreas de aparência homogênea de dois diferentes grandes grupos de solos.

Foram selecionadas áreas que preenchessem, cada qual, os seguintes requisitos:

- a) Apresentar homogeneidade em sua extensão, de modo a não permitir a observação de sub-áreas diferentes pela visualização local;
- b) apresentar um tamanho mínimo de 10 hectares e com uma configuração quadrada ou retangular;
- c) apresentar diversidade de características químicas e físicas, quando comparadas entre si;
- d) não apresentar sinais aparentes de erosão generalizada;
- e) apresentar-se totalmente agricultável;
- f) apresentar topografia uniforme;
- g) conhecer-se sua utilização em anos anteriores;
- h) corresponder a diferentes grandes grupos de solo.

3.1.1. Áreas escolhidas

Obedecidos os critérios acima descritos, escolheram-se duas áreas localizadas, respectivamente, na Estação Experimental "Presidente Médici", pertencente à Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" e na Fazenda Santa Ana, de propriedade do Sr. José Luiz Villas Boas Novelli, e vizinha da Estação Experimental, ambas no Município de Botucatu, Estado de São Paulo.

A Estação Experimental localiza-se a 5 km da se

de municipal, apresentando uma área de 940,4 hectares. As coordenadas cartográficas da sede municipal são: 22°52'20" latitude Sul e 48°26'37" longitude Oeste.

Com relação ao clima, os dados relativos à precipitação são referentes ao período de 28 anos de observação e os de temperatura do ar a 9 anos; os valores médios desses dois parâmetros podem ser observados através da Tabela 1, segundo TUBELIS *et alii* (1971).

Com base nestes dados termopluviométricos elaborou-se o balanço hídrico mensal para o Município de Botucatu, de acordo com THORNTHWAITTE e MATHER (1955), conforme é mostrado na Tabela 2 e Figura 1.

O clima do Município é do tipo mesotérmico úmido, Cfa, da classificação de Köppen (TREWARTHA, 1943) em que a temperatura média do mês mais quente é menor do que 22°C e a temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C, apresentando o mês mais seco, menos de 30 mm de chuva.

A área escolhida nesta Estação Experimental corresponde a um solo pertencente à Unidade Lageado (CARVALHO *et alii*, 1973) desenvolvido a partir de rocha eruptiva básica, sob relevo normal, ondulado, bem drenado e de cor vermelha. É profundo, diminuindo a espessura à medida que o relevo se torna mais acentuado, transitando para o litossol da unidade. Apresenta a seguinte sequência de horizontes: Ap - B₂₁ - B₂₂ - B₂₃ - B₃ - C, com características morfológicas que permite correlacioná-lo com a unidade de mapeamento Terra Roxa Estruturada (TE).

As principais características químicas e físicas deste solo estão apresentadas na Tabela 3. Tem sido cultivado há anos com milho tendo, portanto, recebido adubação. Na época da realização deste trabalho, esta área se encontrava sem qualquer cultura, estando limpo o terreno. Entretanto,

Tabela 1. Dados climáticos do Município de Botucatu - SP
(TUBELIS *et alii*, 1971)

Meses	Temperatura* (°C)	Precipitação** (mm)
Janeiro	21,9	185
Fevereiro	21,8	239
Março	21,4	152
Abril	19,3	65
Maio	17,2	30
Junho	16,4	35
Julho	16,3	28
Agosto	18,1	26
Setembro	19,5	63
Outubro	19,9	155
Novembro	20,6	107
Dezembro	21,3	229
ANO	19,4	1.314

* referente a 9 anos de observação

** referente a 28 anos de observação

Tabela 2. Balanço hídrico do Município de Botucatu, segundo THORNTWAITE e MATHER (1955)

Meses	Temp. * média (°C)	Nomo- grama	Cor - reção	Resultados em mm						Evap. real (ER)	Def.	Exc.
				Preci ** pita- ção (P)	P - KP	Nog. acum.	Arm.	Alt.				
Jan.	21,9	91	1,15	185	+ 80	0	125	0	105	0	80	
Fev.	21,8	90	1,00	239	+ 149	0	125	0	90	0	149	
Mar.	21,4	86	1,05	152	+ 161	0	125	0	91	0	61	
Abr.	19,3	71	0,97	65	- 4	- 4	121	- 4	69	0	0	
Mai.	17,2	56	0,95	30	- 23	- 27	100	- 21	51	2	0	
Jun.	16,4	50	0,89	35	- 9	- 36	93	- 7	42	2	0	
Jul.	16,3	50	0,94	28	- 19	- 55	80	- 13	41	6	0	
Ago.	18,1	62	0,98	26	- 35	- 90	60	- 20	46	15	0	
Set.	19,5	72	1,00	63	- 9	- 99	55	- 5	68	4	0	
Out.	19,9	75	1,09	155	+ 73	0	125	- 70	82	0	3	
Nov.	20,6	81	1,10	107	+ 18	0	125	0	89	0	18	
Dez.	21,3	86	1,17	229	+ 128	0	125	0	101	0	128	
ANO	19,4			904	+ 410				875	29	439	

* referente a 9 anos de observação

** referente a 28 anos de observação

Figura 1. Balanço hídrico de Botucatu - SP de acordo com THORNTHWAITE e MATHER (1955)

Tabela 3. Resultados analíticos da Unidade Lageado, classificada como uma Terra Roxa Estruturada, segundo (CARVALHO *et alii*, 1973)

Horizonte	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Tensão da Umidade		Densidade g/cm ³	
		Argila		Limo		Areia		Argila		Limo		Areia		Argila	
		Amg 2-1 mm	Ag 1-0,5 mm	Am 0,5-0,25 mm	Ag 0,25-0,10 mm	Amf 0,10-0,05 mm	Areia total	0,002 mm	0,05-0,002 mm	Arg. nat.	Classe textural	1/3 ferra %	1/3 atmos %	Dr	Da
Ap	0-10	0,2	1,3	5,5	9,6	6,0	22,6	34,8	42,7	8,6	r	29,36	21,53	2,86	1,20
B ₂₁	10-27	0,1	0,7	4,0	8,7	6,0	19,5	28,9	54,6	10,8	r	28,30	21,75	2,91	1,18
B ₂₂	27-81	0,2	0,4	2,7	7,4	6,2	16,9	28,9	54,2	18,8	r	31,16	24,49	2,91	1,09
B ₂₃	81-137	0,1	0,3	3,1	8,9	6,4	18,8	31,7	49,5	25,4	r	29,33	23,40	2,93	1,06
B ₃	137-162	0,1	0,4	3,2	8,6	6,1	18,4	31,2	50,4	10,0	r	29,58	23,26	2,90	1,05
C	162-200	0,1	0,4	2,6	7,7	6,2	17,0	29,0	54,0	8,2	r	29,68	23,70	3,00	1,01

Horizonte	Profundidade (cm)	Íons trocáveis e mg/100 g de terra seca										pH		Matéria Orgânica %	
		CTC		Ca		Mg		K		H		Acidez		Saturação em base %	
		Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5
Ap	0-10	19,2	6,40	1,12	1,100	4,48	0,16	4,64	0,146	45,0	5,8	4,9	3,05		
B ₂₁	10-27	7,8	3,44	1,04	0,820	5,84	0,16	6,00	0,043	68,0	5,4	4,6	1,50		
B ₂₂	27-81	9,0	1,60	0,80	0,410	5,60	1,68	7,28	0,046	31,0	4,7	4,0	1,08		
B ₂₃	81-137	14,0	1,36	0,08	0,110	4,64	0,88	5,52	0,043	10,0	4,7	4,2	0,77		
B ₃	137-162	11,8	0,16	1,28	0,055	3,68	0,48	4,16	0,043	13,0	4,9	4,4	0,88		
C	162-200	9,8	0,64	0,56	0,045	3,28	0,24	3,52	0,020	13,0	4,9	4,6	0,15		

podia-se notar a presença de vegetação rasteira comum na região. Não havia termitas, porém observaram-se saúvas em alguns pontos.

Uma vista geral deste solo pode ser apreciada através da Figura 3 e, mais detalhadamente, através da Figura 4.

A área escolhida na Fazenda Sant'Ana corresponde a um solo pertencente à Unidade Patrulha (CARVALHO *et alii*, 1973) desenvolvido a partir de sedimentos do arenito Bauru, com contribuição de materiais de rochas eruptivas básicas, sob relevo normal, suavemente ondulado, bem drenado. É profundo e apresenta a seguinte sequência de horizontes: $Ap - B_1 - B_{21} - B_{22}$ com características morfológicas que permite correlacioná-lo com o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (LEa).

As principais características químicas e físicas deste solo estão apresentadas na Tabela 4. Nunca foi cultivado anteriormente, porém, já foi efetuada uma limpeza há anos nesta área, cuja vegetação original era o cerrado. Atualmente, quase toda a área acha-se coberta com grama batatais, ocorrendo também a presença de capim barba-de-bode. Observou-se a presença de termitas, porém não se notou a presença de saúvas.

Uma vista geral deste solo pode ser apreciada através da Figura 6 e, mais detalhadamente, através da Figura 7.

3.1.2. Procedimento de amostragem

Como os locais escolhidos correspondem a áreas de 10 hectares cada uma, foi feita a divisão de cada área em 20 outras sub-áreas com superfície de 5000 m^2 e de forma qua-

Figura 2. Divisão da área de 10 hectares referente à Terra Roxa Estruturada em 20 sub-áreas de 5.000 m^2 cada

Figura 3. Fotografia aerofotogramétrica ampliada correspondente a uma Terra Roxa Estruturada (TE) com uma área de, aproximadamente, 10 ha

(a)

(b)

Figura 4. Vista da área correspondente a Terra Roxa Estruturada. Notar o relevo normal e a cobertura vegetal rasteira. (a) Foto tomada no sentido da sub-área 5 para a sub-área 11 e (b) no sentido da sub-área 2 para a sub-área 20

Tabela 4. Resultados analíticos da Unidade Patrulha, classificado como um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (CARVALHO *et alii*, 1973)

Horizonte	Profundidade (cm)	Resultados em porcentagem										Tensão da Umidade		Densidade	
		Arg		Am		Af		Areia		Limo		Argila		Clas- setex	
		2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,10 mm	0,10-0,05 mm	0,05-0,002 mm	total	0,002 mm	Arg. nat.	tural	1/3 atmos	15 atmos	Dr	Da
Ap	0-15	1,7	6,4	28,1	30,2	5,3	71,7	8,6	19,7	4,3	ba	13,25	7,84	2,62	1,35
B ₁	15-43	1,9	4,6	21,6	32,2	7,4	67,7	8,8	23,5	6,0	bra	14,21	9,07	2,65	1,28
B ₂₁	43-81	1,7	5,7	24,4	28,2	5,5	65,5	5,1	29,0	7,9	bra	14,24	10,16	2,63	1,28
B ₂₂	81-180	2,0	4,4	23,0	29,5	6,1	65,0	5,7	29,3	9,1	bra	13,28	9,83	2,67	1,28

Horizonte	Profundidade (cm)	Íons trocáveis e mg/100 g de terra seca										pH		Matéria Orgânica	
		CTC		Ca	Mg	K	H	Al	Acidez	PO ₄	Satura- ção em base %	Água 1:2,5	KCl N 1:2,5	%	%
		10,4	10,4	0,08	0,08	0,065	5,36	1,28	6,64	0,020	2,00	4,3	3,9	1,86	1,81
B ₁	15-43	10,4	10,4	0,00	0,16	0,050	5,60	1,44	7,04	0,009	2,00	4,4	4,0	1,81	1,29
B ₂₁	43-81	9,0	9,0	0,00	0,08	0,035	5,28	1,44	6,72	0,004	1,00	4,5	4,1	1,29	0,98
B ₂₂	81-180	8,2	8,2	0,00	0,08	0,030	4,24	1,12	5,36	0,004	1,00	4,5	4,1	0,98

Figura 5. Divisão da área de 10 hectares referente ao Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa em 20 sub-áreas de 5.000 m^2 cada

Figura 6. Fotografia aerofotogramétrica ampliada correspondente a um Latossol Vermelho Escuro.- fase arenosa com uma área de, aproximadamente, 10 ha

(a)

(b)

Figura 7. Vista da área correspondente ao Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa. Notar o relevo normal e na cobertura vegetal rasteira. (a) Foto tomada no sentido da sub-área 11 para a sub-área 15 e (b) no sentido da sub-área 17 para a sub-área 3

drada. Esta divisão foi realizada com o auxílio de um teodolito marca Vasconcelos e a rede de prospecção com malha de 70,70 m. Cada sub-área foi demarcada colocando-se na extremidade de cada quadrado uma estaca para uma melhor visualização do seu tamanho.

As sub-áreas receberam numeração de 1 a 20, conforme mostram as Figuras 2 e 5, sendo que as Figuras 3 e 6 referem-se a fotografias de levantamento aerofotogramétrico efetuado em julho de 1972, as quais poderão fornecer uma idéia aproximada da homogeneidade das áreas selecionadas.

A amostragem seguiu o seguinte esquema de estudo para cada solo, com a retirada de:

- a. 5 amostras simples;
- b. 5 amostras compostas de 2 amostras simples;
- c. 5 amostras compostas de 5 amostras simples;
- d. 5 amostras compostas de 10 amostras simples e
- e. 5 amostras compostas de 20 amostras simples.

Para a retirada de todas as amostras simples fez-se um sorteio para saber, casualmente, qual a sub-área a ser amostrada.

Sorteada a sub-área, a amostra era colhida, casualmente, nos 5000 m² que a compunha. Supõe-se que, procedendo desta forma, qualquer amostra simples era coletada inteiramente ao acaso.

Todo o material em cada área foi coletado durante dois dias, nos meses de fevereiro de 1981 para a Terra Roxa Estruturada e março do mesmo ano para o Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa, com a finalidade de se evitar possíveis influências climáticas nas características químicas de cada solo.

Cada repetição dos vários tipos de amostras constituiu-se num lote de amostras.

As amostras foram retiradas à profundidade de 0-20 cm usando-se, como amostrador, um trado tipo holandês que no próprio momento da amostragem já realiza uma homogeneização, tomando-se também o cuidado de proceder uma homogeneização manual no próprio local do ponto amostrado. Após esse procedimento tomou-se um mesmo volume de terra de cada ponto amostrado usando-se um bequer de 500 ml.

Cada uma das amostras foi seca ao ar, destorroada e passada em tamiz de 2 mm de malha.

As amostras simples preparadas para análise foram misturadas, de acordo com o sorteio realizado previamente, para a formação de amostras compostas. Tomou-se o cuidado de misturar sempre o mesmo volume de terra das amostras simples quando da formação da amostra composta.

3.1.3. Métodos de análise química

Nas terras amostradas foram realizadas análises de matéria orgânica, pH, Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K e P.

As análises químicas das amostras de terra, representativas das áreas dos dois solos, foram feitas conforme RAIJ e ZULLO (1977), com exceção da matéria orgânica que foi determinada segundo QUAGGIO e RAIJ (1979).

Segue-se abaixo a descrição da metodologia para cada determinação.

3.1.3.1. Determinação do pH

Transferir 10 ml de terra para copo de plástico.

Adicionar 25 ml de água. Após um período de contato de 30 minutos, mergulhar o eletrodo na parte superior da suspensão do solo e o calomelano apenas no líquido sobrenadante. Ler o pH sem agitar a suspensão, após estabelecido o equilíbrio. O potenciômetro deve ser previamente ajustado com os tampões 4,0 e 7,0 e, frequentemente, com um dos tampões durante as determinações. Lavar os eletrodos entre uma e outra determinação.

3.1.3.2. Determinação da matéria orgânica

Transferir 1 ml de terra para copo de 200 ml. Adicionar 10 ml de solução de $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 4 N em H_2SO_2 10 N, a frio, agitar durante 10 minutos e, após repouso de 60 minutos, adicionar 50 ml de água e deixar decantar durante a noite. No dia seguinte, ler em colorímetro com filtro de transmissão máxima de 645 nm. Os resultados da matéria orgânica são obtidos de uma curva padrão, preparada com uma série de solos onde a matéria orgânica foi determinada pelo método Walkley-Black.

3.1.3.3. Determinação do potássio trocável

Transferir 10 ml de terra para frasco de erlenmeyer de 125 ml. Adicionar 100 ml de solução extratora de H_2SO_4 0,05 N e agitar durante 5 minutos. Deixar decantar a suspensão durante a noite. No dia seguinte, pipetar 25 ml do líquido sobrenadante, para determinação do potássio por fotometria de chama.

Ajustar a leitura 100 do fotômetro de chama com a solução de 40 ppm de K e o zero com a solução de H_2SO_4 0,05 N. Ler os extratos ajustando periodicamente as posições 100 e zero. Lavar com água desmineralizada, entre as leituras.

3.1.3.4. Determinação do fósforo solúvel

Tomar 5 ml do extrato de H_2SO_4 0,05 N obtido na determinação do potássio, acrescentar exatamente 10 ml de solução diluída de molibdato e duas gotas de solução de ácido ascórbico a 20%. Dentro de 30 minutos a 3 horas, fazer a leitura em colorímetro munido de filtro de transmissão máxima a 660 nm.

Os resultados são obtidos diretamente das leituras no aparelho, onde foi feita uma conversão prévia a partir de uma curva padrão estabelecida.

3.1.3.5. Determinação do alumínio trocável

Transferir 10 ml de terra para erlenmeyer de 125 ml. Adicionar 100 ml de solução extratora de KCl 1 N e agitar durante 5 minutos. Decantar a suspensão durante a noite. No dia seguinte, pipetar 25 ml do extrato sobrenadante. Acrescentar 3 gotas de solução de bromotimol a 1% e titular com a solução de NaOH 0,025 N até a viragem para cor verde. O número de ml gastos corresponde a e.mg Al^{3+} /100 ml de terra.

3.1.3.6. Determinação de cálcio e magnésio

Transferir, utilizando-se amostrador de precisão, 1 ml de extrato de KCl 1 N, obtido na determinação do alumínio, para frasco de 25 ml, tomando-se o cuidado de não recolher qualquer partícula de solo. Acrescentar 20 ml de solução de lantânio a 0,1%. Ajustar o zero do aparelho com a prova em branco e proceder às leituras seguindo as indicações do manual de instruções do espectrofotômetro de absorção atômica.

3.1.4. Interpretação dos resultados

A interpretação dos resultados foi feita segundo GARGANTINI *et alii* (1970), para a matéria orgânica, CATANI e JACINTHO (1974), para o pH, Al, Ca e Mg, e RAIJ (1975), para o K e P.

Na Tabela 5, encontram-se apresentados os limites de classes de fertilidade e suas interpretações, para as sete características estudadas.

3.1.5. Análise estatística

3.1.5.1. Prova de Friedman para amostras correlacionadas

Como os teores dos diversos elementos foram obtidos de solo supostamente homogêneo, basicamente o mesmo solo, existe uma estrutura de dependência entre as diversas maneiras de se proceder a amostragem, o que invalida a aplicação da análise de variância para teste de diferença de médias. Em vista disso, optou-se por um teste não paramétrico, a prova de Friedman, conforme se acha relatada em SIEGEL (1975). Este teste verifica se as K amostras relacionadas teriam provindo da mesma população com respeito às ordens médias. Trata-se, pois, de uma prova global sobre se a ordem dos resultados depende das condições sob as quais foram obtidas.

A hipótese de nulidade a ser testada será:

H_0 = não ocorrem diferenças significativas entre as diferentes maneiras de se proceder à amostragem.

Os valores são dispostos em uma tabela com N linhas e K colunas. São atribuídos ordem de 1 a K aos resulta-

Tabela 5. Interpretação dos resultados analíticos do solo

Classe de teor	Limites de classes			
	Matéria orgânica	Al trocável	Ca trocável	Mg trocável
	% (m/v)		e.mg/100 g	
Baixo	< 1,50	< 0,30	< 2,0	< 0,40
Médio	1,50 a 2,50	0,30 a 0,60	2,0 a 4,0	0,40 a 0,80
Alto	> 2,50	> 0,60	> 4,0	> 0,80

	K trocável	P solúvel
	µg/ml	µg/ml
Muito baixo	0 - 30	0 - 3
Baixo	31 - 60	4 - 7
Médio	61 - 100	8 - 15
Alto	101 - 200	16 - 30
Muito alto	201+	31+

	pH
Acidez elevada	abaixo de 5,0
Acidez média	de 5,0 a 6,0
Acidez fraca	de 6,0 a <7,0
Neutralidade	= 7,0
Alcalinidade fraca	> 7,0 a 7,8
Alcalinidade elevada	> 7,8

dos de cada coluna, determina-se a soma das ordens por linha (R_j) e calcula-se uma estatística qui-quadrado (X_r^2) com $K - 1$ graus de liberdade, dada por:

$$X_r^2 = \frac{12}{N K (K + 1)} \sum_{j=1}^K R_j^2 - 3 N (K + 1)$$

onde:

$N = 5$ (número de repetições das determinações para os dois solos);

$K = 5$ (número de maneiras de se proceder à amostragem);

R_j = soma das ordens atribuídas aos resultados do tratamento j , ou seja, soma das cinco maneiras de se proceder a amostragem nos solos estudados.

Se o valor X_r^2 for maior ou igual a um valor X_{crit}^2 (valor tabelado, a um nível α de significância) rejeita-se H_0 em favor de uma hipótese alternativa contrária a H_0 .

3.1.5.2. Determinação do número de amostras para se estimar a fertilidade média e cálculo do coeficiente de variação

Para a determinação do número de amostras foi utilizada a expressão (BERQUÓ *et alii*, 1980).

$$n = \frac{t^2 \cdot s^2}{d^2}$$

onde:

n = número de amostras a ser retirado;

t = valor crítico tabelado da estatística t de Student com infinitos graus de liberdade, para níveis de confiança previamente estabelecidos (95%, 90% e 80%);

s^2 = variância amostral do conjunto de dados utilizados;
 d = precisão exigida nos cálculos (semi-amplitude do intervalo de confiança).

Esta precisão para todas as variáveis, exceto o pH, foi tomada como $d = 0,10 \bar{x}$ e $d = 0,20 \bar{x}$ e para o pH $d = 0,01 \bar{x}$ e $d = 0,05 \bar{x}$, onde $\bar{x}$ é a média amostral.

O coeficiente de variação foi calculado utilizando-se a fórmula (PIMENTEL GOMES, 1976):

$$C.V.\% = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

onde:

C.V. = coeficiente de variação, em porcentagem;

s = desvio padrão;

$\bar{x}$ = média das repetições.

3.1.6. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos para cada tipo de amostra

Para a recomendação da adubação e calagem foram escolhidas três culturas, ou sejam, algodão, cana-de-açúcar e milho devido ao fato das mesmas apresentarem numerosos estudos de experimentação agrônômica, relacionadas à adubação e calagem, razão pela qual deve haver boa correlação entre o resultado analítico e a resposta das culturas, na maioria das condições ambientais brasileiras, principalmente considerando-se o Estado de São Paulo.

Assim, utilizaram-se as tabelas de adubação e calagem do BOLETIM 209 - INSTITUTO AGRÔNOMICO (1977) para as recomendações. A calagem também foi calculada com base no alumínio trocável multiplicado pelo fator de calagem (f) 1,5

ou 2,0 e com base na elevação dos teores de cálcio e magnésio dos solos a um mínimo de Ca + Mg de 2,0 e.mg/100 ml de terra, para o LEa que é um solo de textura leve e teor baixo de matéria orgânica, e 3 e.mg/100 ml para a TE. Os cálculos foram feitos através da expressão:

$$\text{Calcário a aplicar (t/ha)} = f (x - (\text{Ca} + \text{Mg}))$$

onde o valor x pode ser 2 ou 3 e f é o fator de calagem (RAIJ, 1975).

3.2. Experimento de embalagem, tempo de armazenamento e processo de secagem da amostra

3.2.1. Obtenção e preparo das amostras para análise

Para a obtenção das amostras para este experimento, coletou-se uma quantidade de terra de um único ponto, tanto da TE como do LEa, através do uso de enxadão, correspondente à camada superficial de 0 a 20 cm. Eliminaram-se as raízes existentes e destorroaram-se os agregados maiores nos próprios locais de coleta obtendo-se, aproximadamente, 60 kg de terra de cada tipo de solo.

A seguir, procedeu-se à homogeneização de cada terra e, após, colocaram-se quantidades suficientes para análise em caixas de papelão próprias para amostras de terra e também em sacos de polietileno. As amostras, ao serem embaladas, estavam com um teor de umidade de 21% e 9%, respectivamente, para a Terra Roxa Estruturada e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa. Após, as amostras foram armazenadas em casa-de-vegetação.

Foram realizadas análises químicas decorridos 1,

2, 4, 8, 16 e 32 dias de armazenamento das amostras, empregando-se a metodologia descrita por RAIJ e ZULLO (1977) e QUAGGIO e RAIJ (1979), anteriormente descrita, secando-se as amostras ao ar e em estufa a 60°C.

3.2.2. Análise Estatística

Para determinação do efeito de fatores como tipo de embalagem, tempo de armazenamento e método de secagem nas variáveis matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo foi efetuada análise de agrupamento (SNEATH e SOKAL, 1973), considerando-se 24 unidades taxonômicas operacionais (OTU) (combinações dos fatores) e 7 caracteres. A análise foi feita separadamente para os 2 tipos de solo, usando-se caracteres estandarizados, e a similaridade entre os OTUs foi medida pelo coeficiente de distância. O algoritmo de agrupamento usado foi o Unweighted Arithmetic Linkage (UAL). O resultado desta análise é um gráfico sequencial hierárquico denominado fenograma, cujo ajuste aos dados originais é medido pelo coeficiente de correlação cofenética.

3.3. Programa interlaboratorial

Para desenvolver o estudo referente ao programa interlaboratorial, foram considerados os seguintes aspectos: extensão (preparo, transporte e armazenamento), métodos químicos de análise e resultados, conforme preconiza WAENY (1980).

Levando em consideração os aspectos apresentados e comentados pelo referido autor, participaram deste programa 13 laboratórios que realizam análise química de terra rotineiramente, sendo que 12 deles operam no Estado de São

Paulo e apenas 1 é do Estado de Minas Gerais.

Os laboratórios participantes foram numerados de 1 a 13, omitindo-se o nome dos mesmos. Entretanto, cada laboratório foi informado da respectiva numeração para que o mesmo pudesse se auto-avaliar.

3.3.1. Obtenção, preparo e envio das amostras aos laboratórios

Para a obtenção das amostras de terra procedeu-se da mesma maneira descrita no item 3.2.1, coletando-se, aproximadamente, 120 kg de terra de cada tipo de solo.

A seguir, procedeu-se uma primeira homogeneização das terras e colocaram-se as mesmas para secar ao ar. Após, procedeu-se a uma nova homogeneização. Em seguida, fez-se as terras passarem por uma peneira de 5 mm de malha. Novas homogeneização foi feita sendo as terras, agora, consideradas "homogêneas" para a retirada de amostras a serem enviadas aos vários laboratórios.

Quantidades suficientes de terra para análise química foram embaladas em sacos de papel e armazenadas no Departamento de Bioquímica do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola do "Campus" de Botucatu da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", em local isento de possíveis contaminações.

Para cada laboratório foram enviadas 5 amostras preparadas de terra representativas de cada tipo de solo, dando um total de 10 amostras e que se constituíram num lote. O primeiro lote foi enviado no mês de agosto de 1981 e os demais nos ~~meses~~ subsequentes, dando um total de 5 lotes.

Para serem enviados aos laboratórios, cada lote

fui colocado num saco de polietileno. A seguir, envolvia-se o mesmo em papel jornal e em um papel espesso e endereçado.

Tão logo as análises eram realizadas, os laboratórios enviavam os resultados para serem avaliados pelo responsável pelo programa.

3.3.2. Métodos de análise química

As características químicas a serem estudadas são as mesmas dos experimentos anteriores. Como são 13 os laboratórios participantes do programa interlaboratorial há, entre os mesmos, variações na metodologia analítica, principalmente nas determinações da matéria orgânica e pH.

Encontram-se apresentados a seguir as metodologias empregadas pelos laboratórios.

3.3.2.1. Determinação da matéria orgânica

Labo rato rios	Quantida de de terra	Oxidação via úmi- da **	Agita- ção mi- nutos	Repou so mi- nutos	H ₂ O dest. ml	Repouso	Leitura
01	1 ml	à frio	10	60	50	à noite	colorímetro
02	1 ml	à frio	10	60	50	à noite	colorímetro
03	1 g	à quente	10	60	100	à noite	colorímetro
04	1 ml(pô)	à quente + Ag ₂ SO ₄	1	30	200***		titulação
06	2 ml	à quente	1	40	100		colorímetro
08	1 ml	à frio	10	60	50	à noite	colorímetro
09	1 ml	à frio	10	60	50	à noite	colorímetro
10	1,5 ml	à quente	1	40	100	à noite	colorímetro
12	1 g (pô)	à quente + Ag ₂ SO ₄	1	30	200***		titulação
13	1 ml(pô)	à quente + Ag ₂ SO ₄	1	30	200***		titulação

* as metodologias dos laboratórios 05 e 11 não foram conseguidas

** dicromato e ácido sulfúrico

*** adicionam-se conjuntamente 10 ml de H₃PO₄ concentrado e 1 ml de dife-
nilamina.

3.3.2.2. Determinação do pH

Labo rató rios	Relação solo: água	Agitação minutos	Contato minutos	Agitação minutos	Contato minutos	Leitura potenciométrica
01	1:25		30	5	30	sobrenadante
02	1:25	1	180			sobrenadante
03	1:25	1	30			sobrenadante
04	1:25	1	30			sobrenadante
06	1:25	1	30			sobrenadante
07	1:25		30	5	30	sobrenadante
08	1:25		30	5	30	sobrenadante
09	1:25		30	5	30	sobrenadante
10	1:25	1	900			sobrenadante
11	1:25	1	30	1	30	sobrenadante
12	1:25	1	60			suspensão
13	1:25		180			sobrenadante

3.3.2.3. Obtenção do extrato para Al, Ca, Mg
e Ca + Mg

Transferir 10 ml de T.F.S.A. para frasco de er-
lemeyer de 250 ml, adicionar 100 ml de solução de KCl 1N, agi
tar por 5 minutos e deixar em repouso ou filtrar.

Seguem este procedimento os laboratórios 01, 02,
04, 06, 07, 08, 09 e 11. Os demais laboratórios, ou sejam, os
de números 03, 10, 12 e 13 fazem a agitação por 15 minutos.

3.3.2.4. Determinação do Al

Todos os laboratórios titulam 25 ml do sobrenadante ou filtrado com NaOH 0,025 N.

3.3.2.5. Determinação do cálcio

Os laboratórios 01, 02, 12 e 13 realizam esta análise por espectrofotometria de absorção atômica. Os laboratórios 03, 08, 09, 10 e 11 fazem esta determinação titulando-se 25 ml do extrato contra EDTA dissódico contendo NaOH, KCN e trietanolamina.

3.3.2.6. Determinação do Ca + Mg

Os laboratórios 03, 04, 06, 07, 08, 09, 10 e 11 realizam esta análise por titulação de 25 ml do extrato contra EDTA dissódico contendo KCN, trietanolamina e solução tampão.

3.3.2.7. Determinação do Mg

Os laboratórios 01, 02, 12 e 13 procedem esta determinação por espectrofotometria de absorção atômica. Os laboratórios 03, 08, 09, 10 e 11 calculam o teor de magnésio pela diferença $(Ca + Mg) - (Ca)$.

3.3.2.8. Obtenção do extrato para potássio ou fósforo

Transferir 10 ml de T.F.S.A. para frasco de er-

lemneyer de 250 ml, adicionar 100 ml de solução de H_2SO_4 0,05 N, agitar por 5 minutos e deixar em repouso à noite.

Seguem este procedimento os laboratórios 01, 02, 03, 06, 07, 08, 09 e 11. O laboratório 04 adiciona no extrator HCl 0,05 N. O laboratório 12 toma uma porção de 4 g de T.F.S.A. e os laboratórios 10, 12 e 13 procedem a agitação por 15 minutos.

3.3.2.9. Determinação do potássio

Os laboratórios realizam esta determinação por fotometria de chama de emissão ou absorção atômica.

3.3.2.10. Determinação do fósforo

Todos os laboratórios realizam esta determinação pelo método do azul de molibdênio, fazendo-se as leituras colorimetricamente.

3.3.3. Análise estatística

O estudo da variabilidade dos resultados foi feito através do cálculo do coeficiente de variação, conforme descrito em 3.1.5.2.

Para verificar se os laboratórios produziram resultados estatisticamente diferentes ou não, utilizou-se, também, a Prova de Friedman, conforme descrita em 3.1.5.1.

Na fórmula do cálculo da estatística qui-quadrado (χ^2), o valor N foi igual a 5 (número de repetições das determinações para os dois solos) e o valor de K foi igual a 13, 12 ou 9 (número de laboratórios participantes do programa), -

conforme as análises que os laboratórios realizam.

A hipótese de nulidade a ser testada será:

H_0 = não existe diferença entre os diferentes laboratórios que realizam análise química de terra.

3.3.4. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos de cada laboratório

Procedeu-se conforme se encontra descrito em

3.1.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Amostragem

4.1.1. Sorteio das sub-áreas, coleta de amostras simples e modelos de amostragem

Os resultados do sorteio das sub-áreas para a retirada de amostras simples para a confecção de amostras compostas da área correspondente à Terra Roxa Estruturada e da área correspondente ao Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa encontram-se nas Tabelas 6 e 7.

Pode-se observar, através destes resultados, a grande variabilidade entre as sub-áreas sorteadas ocorrendo, inclusive, repetição de sub-área quando da formação de amostras compostas de 5, 10 e 20 amostras simples nas duas áreas consideradas. Entretanto, convém ressaltar que, quando isso

Tabela 6. Resultados do sorteio das sub-áreas para a retirada de amostras simples para a confecção das amostras compostas para uma Terra Roxa Estruturada

Nº de amostras simples que formam uma composta	Sub-áreas Repetições
1	3 17 9 7 4
2	5, 11 10, 11 12, 16 9, 1 14, 4
5	7, 14, 14, 8, 6 20, 5, 4, 7, 9 14, 11, 18, 13, 18 19, 7, 14, 20, 15 4, 17, 20, 20, 1
10	5, 16, 15, 16, 17, 10, 9, 12, 14, 10 10, 1, 19, 12, 14, 15, 13, 6, 1, 10 10, 2, 5, 9, 5, 16, 8, 3, 18, 3 9, 13, 13, 6, 7, 12, 12, 16, 19, 20 7, 17, 7, 12, 9, 14, 18, 14, 7, 1
20	20, 18, 19, 14, 12, 5, 16, 15, 20, 3, 8, 19, 4, 6, 18, 16, 19, 10, 14, 10 18, 14, 17, 9, 10, 6, 3, 19, 5, 12, 18, 19, 7, 1, 18, 11, 17, 3, 19, 2 11, 16, 18, 3, 16, 2, 12, 5, 20, 14, 3, 5, 10, 17, 14, 12, 6, 11, 18, 4 13, 8, 4, 9, 3, 6, 13, 11, 1, 14, 3, 11, 9, 11, 10, 16, 13, 19, 13, 4 12, 3, 6, 11, 9, 15, 6, 5, 16, 15, 17, 3, 20, 3, 18, 19, 11, 15, 20, 3

Tabela 7. Resultados do sorteio das sub-áreas para a retirada de amostras simples para a confecção das amostras compostas para um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que formam uma composta	Sub-áreas sorteadas Repetições
1	2 11 16 19 5
2	4, 3 3, 8 6, 20 5, 16 18, 5
5	8, 2, 6, 5, 3 12, 8, 10, 11, 1 1, 7, 11, 7, 1 15, 11, 17, 1, 2 19, 2, 12, 14, 17
10	16, 11, 14, 3, 8, 9, 17, 9, 20, 12 5, 9, 11, 1, 8, 20, 11, 13, 2, 20 15, 18, 19, 2, 10, 20, 3, 13, 15, 16 15, 13, 19, 18, 13, 5, 7, 12, 16, 2 3, 19, 6, 14, 20, 9, 15, 9, 11, 13
20	15, 2, 4, 10, 13, 8, 19, 18, 6, 6, 10, 11, 18, 2, 7, 10, 17, 15, 5 11, 3, 13, 18, 8, 13, 4, 12, 2, 12, 10, 16, 8, 6, 8, 15, 10, 11, 15, 10 10, 15, 16, 9, 15, 3, 13, 15, 17, 4, 8, 1, 19, 15, 4, 7, 19, 13, 15, 12 12, 8, 11, 9, 5, 17, 9, 7, 12, 12, 11, 8, 2, 3, 6, 14, 9, 10, 18, 3 11, 9, 9, 13, 18, 16, 6, 2, 17, 7, 3, 16, 14, 11, 9, 16, 6, 17, 10, 6

ocorria, a amostra não era retirada do mesmo local mas sim casualmente em outro ponto da mesma sub-área.

Em assim procedendo, pode-se afirmar que as amostras compostas pela reunião de 5, 10 e 20 amostras simples apresentam um erro de amostragem inerente a uma maior representatividade, no conteúdo total da amostra, das sub-áreas onde ocorreu repetição no sorteio. Entretanto, deve-se levar em conta que a ocorrência de variabilidade entre glebas é superior à variabilidade dentro das glebas (MADER, 1963) e por isso, provavelmente, a amostragem nas sub-áreas onde ocorreu repetição no sorteio não conduza a um erro grande de amostragem.

As Figuras 8 a 17 (letras a até e) mostram o caminhamento feito no campo para a retirada das amostras simples que deram origem às compostas. A união de cada ponto amostrado nas várias sub-áreas sorteadas, revela o zigue-zague efetuado para a obtenção dos vários tipos de amostras compostas, tanto para a TE como para o LEa.

Nestas Figuras 8 a 17, os pontos marcados nas representações de a até e não correspondem necessariamente aos locais onde foram retiradas as amostras de cada sub-área. Como, no campo, as amostras foram coletadas casualmente, optou-se por representar os pontos amostrados no centro de cada sub-área. A representação f, corresponde a união de todos os pontos amostrados nas cinco repetições. Nesta representação, quando ocorreu mais de um ponto sorteado em determinada sub-área, os mesmos foram dispostos de forma a representar a superfície total da sub-área amostrada. Assim, a união destes pontos revela um possível zigue-zague que representa, aproximadamente, o caminho realizado no campo dentro de cada sub-área e na área toda e que uma amostra composta formada de amostras simples coletadas em todos os pontos apresentados na representação f, deve corresponder à média de todas as repetições.

Figura 8. Representações de (a) até (e): caminhamento realizado no campo para obtenção de amostras simples para formação de amostras compostas; representação (f): caminhamento médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a TE

Figura 9. Representações de (a) até (e): caminhamento realizado no campo para obtenção de amostras simples para formação de amostras compostas de 2 simples; representação (f): caminhamento médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a TE

Figura 10. Representações de (a) até (e): caminhada realizado no campo para obtenção de amostras simples para formação de amostras compostas de 5 simples; representação (f): caminhada médio realizado para a coleta de amostras simples de cinco repetições para a TE

Figura 11. Representações de (a) até (e): caminhada realizada no campo para obtenção de amostras simples para formação de amostras compostas de 10 simples; representação (f): caminhada médio realizado para a coleta de amostras simples de cinco repetições para a TE

Figura 12. Representações de (a) até (e): caminharmento realizado no campo para obtenção de amostras simples para formação de amostras compostas de 20 simples; representação (f): camunhamento médio realizado para a coleta de amostras simples de cinco repetições para a TE

Figura 13. Representações de (a) até (e): caminhamento realizado no campo para obtenção de amostras simples para a formação de amostras compostas; representação (f): caminhamento médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a LEa

Figura 14. Representações de (a) até (e): caminhamento realizado no campo para obtenção de amostras simples para a formação de amostras compostas de 2 simples; representação (f): caminhamento médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a LEa

Figura 15. Representações de (a) até (e): caminhamento realizado no campo para obtenção de amostras simples para a formação de amostras compostas de 5 simples; representação (f): caminhamento médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a LEa

Figura 16. Representações de (a) até (e): caminhada realizado no campo para obtenção de amostras simples para a formação de amostras compostas de 10 simples; representação (f): caminhada médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a LEa

Figura 17. Representações de (a) até (e): caminhamento realizado no campo para obtenção de amostras simples para a formação de amostras compostas de 20 simples; representação (f): caminhamento médio realizado para a coleta de amostras simples das cinco repetições para a LEa

Na literatura encontram-se estudos sobre quatro modelos fundamentais para amostragem de solo, ou sejam: amostragem ao acaso, amostragem estratificada, amostragem em rede e amostragem em zigue-zague (Haynes, citado por FITTS e NELSON, 1956; PETERSEN e CALVIN, 1965). Entretanto, as comparações entre os modelos têm mostrado resultados um tanto conflitantes. Assim, Haynes, citado por FITTS e NELSON (1956) mostrou que, dos quatro modelos, a amostragem estratificada e a amostragem em zigue-zague foram os melhores. Já Marten, citado por PETERSEN e CALVIN (1965), encontrou maior precisão para amostragem em redes triangulares ou quadradas em relação à amostragem simples ao acaso e estratificada.

No presente estudo, estratificaram-se as áreas dividindo-as em sub-áreas e posterior retirada das amostras das sub-áreas casualmente.

Do ponto de vista de um trabalho de pesquisa, com o objetivo de se obter uma amostra média da população, julga-se importante utilizar o modelo de amostragem estratificada, pois através dele pode-se ter uma boa idéia da representatividade da amostra composta sobre toda a área amostrada.

No caso do modelo de amostragem em zigue-zague, conforme é recomendado na prática por vários autores (CATANI *et alii*, 1955; MARIN, 1966; CATANI e JACINTHO, 1974; RAIJ, 1981) e nas publicações técnicas que chegam às mãos do lavrador (BENNET, 1968; NAHAS, 1968; BUENO *et alii*, 1979; MIRANDA, 1979), o mesmo pode apresentar um erro de amostragem devido

a um trajeto feito com pouco conhecimento da área. Como, normalmente, as amostras representam áreas de 10 hectares, no campo é muito difícil para uma pessoa pouco experimentada visualizar o tamanho global de uma área deste tamanho, o que pode comprometer a amostra composta.

Considerando-se o número de amostras simples, em média 3 a 5, para formar a amostra composta, coletadas pelos lavradores no Estado de São Paulo (TRANI e BELINAZZI JR, 1978) pode-se pensar que, além de não ser coletado o número recomendado de amostras simples, a amostragem efetuada em zig-zague seja mal feita, fazendo com que a amostra composta não represente o total da área amostrada podendo comprometer, desta forma, duplamente o resultado.

4.1.2. Influência do esquema de amostragem nos teores dos elementos e valores de pH revelados pela análise química

Os resultados obtidos tanto para a área correspondente à TE como para a área correspondente ao LEa, que representam dois grandes grupos de solos, encontram-se nas Tabelas 8 a 19.

Como um dos objetivos deste trabalho é o de verificar a variabilidade dos resultados quando se coleta um baixo número de amostras simples para formar a composta, parti-se do caso extremo que pode comprometer a amostragem, isto é, a coleta de apenas uma amostra simples para representar a área de 10 hectares, razão pela qual essa amostra simples é considerada, no presente trabalho, como "composta".

Nestas tabelas, a última coluna apresenta as médias das 5 repetições efetuadas para a obtenção dos vários tipos de amostras compostas. Nas Figuras 8 a 17, a representa-

Tabela 8. Resultados da análise química de matéria orgânica em uma Terra Roxa Estruturada, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for- mam uma compos- ta	% (m/v) de matéria orgânica					Média
	1ª	2ª	Repetições 3ª		4ª	5ª
1	4,0 (5)*	4,4 (5)	3,1 (2)		4,0 (4)	3,9
2	3,4 (1)	3,3 (2)	2,7 (1)		3,7 (2,5)	3,4
5	3,7 (3)	3,7 (4)	3,7 (4)		3,7 (2,5)	3,8
10	3,8 (4)	3,3 (2)	3,8 (5)		4,6 (5)	3,7
20	3,5 (2)	3,3 (2)	3,4 (3)		3,2 (1)	3,4

* Os números entre parêntesis representam a classificação do resultado nas colunas para a aplicação do teste estatístico de Friedman.

Tabela 9. Resultados da análise química de pH em uma Terra Roxa Estruturada, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Valores de pH					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	5,2 (1)	5,7 (3,5)	5,8 (5)	5,9 (5)	5,7 (4,5)	5,7
2	5,5 (3,5)	5,7 (3,5)	5,7 (3,5)	5,7 (4)	5,7 (4,5)	5,7
5	5,9 (5)	5,8 (5)	5,4 (1)	5,4 (1)	5,5 (1,5)	5,6
10	5,5 (3,5)	5,5 (1,5)	5,7 (3,5)	5,6 (2,5)	5,5 (1,5)	5,6
20	5,4 (2)	5,5 (1,5)	5,6 (2)	5,6 (2,5)	5,6 (3)	5,5

Tabela 10. Resultados da análise química de cálcio trocável em uma Terra Roxa Estruturada, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for- mam uma compos- ta	Ca ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
1	7,3 (4,5)	4,8 (1)	5,8 (2,5)	6,0 (2)	7,4 (5)	6,3
2	4,4 (1)	6,3 (4)	5,7 (1)	7,1 (4)	6,3 (3)	6,0
5	6,8 (3)	7,7 (5)	5,8 (2,5)	5,8 (1)	7,0 (4)	6,6
10	6,1 (2)	5,9 (2,5)	7,3 (5)	7,3 (5)	5,6 (1,5)	6,4
20	7,3 (4,5)	5,9 (2,5)	5,9 (4)	6,1 (3)	5,6 (1,5)	6,2

Tabela 11. Resultados da análise química de magnésio trocável em uma Terra Roxa Estruturada, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que formam uma composta	Mg ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					Média
	1ª	2ª	Repetições		5ª	
			3ª	4ª		
1	1,5 (1)	2,3 (3)	3,3 (5)	3,3 (5)	2,0 (3)	2,5
2	2,4 (3,5)	2,5 (5)	2,6 (3)	2,1 (3)	1,8 (1,5)	2,3
5	2,9 (5)	2,4 (4)	2,2 (2)	1,9 (2)	2,4 (5)	2,4
10	2,1 (2)	2,2 (2)	2,8 (4)	2,4 (4)	2,2 (4)	2,3
20	2,4 (3,5)	1,8 (1)	1,8 (1)	1,8 (1)	1,8 (1,5)	1,9

Tabela 12. Resultados da análise química de potássio trocável em uma Terra Roxa Estruturada, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for- mam uma compos- ta	K (µg/ml de T.F.S.A.)					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	284 (5)	400 (5)	160 (2)	308 (5)	360 (5)	302
2	184 (1)	244 (2)	144 (1)	240 (4)	332 (4)	229
5	224 (3)	296 (4)	224 (3)	232 (2)	212 (2)	238
10	200 (2)	216 (1)	276 (5)	224 (1)	188 (1)	221
20	264 (4)	256 (3)	200 (3)	228 (2)	240 (3)	238

Tabela 13. Resultados da análise química de fósforo solúvel em ácido sulfúrico 0,05 N, em uma Terra Roxa Estruturada, em função de número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for- mam uma compos- ta	P (µg/ml de T.F.S.A.)					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
1	7,9 (5)	2,3 (1)	6,5 (4)	7,4 (5)	6,5 (5)	6,1
2	5,1 (3)	4,1 (2)	5,9 (3)	6,5 (4)	5,1 (2)	5,3
5	5,9 (4)	5,1 (3)	3,7 (1)	5,1 (2)	3,3 (1)	4,6
10	4,6 (2)	6,5 (5)	7,9 (5)	4,6 (1)	5,9 (3,5)	5,9
20	3,7 (1)	5,9 (4)	4,1 (2)	5,9 (3)	5,9 (3,5)	5,1

Tabela 14. Resultados da análise química de matéria orgânica em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for- mam uma compos- ta	% (m/v) de matéria orgânica					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	2,3 (4)	1,5 (1)	1,5 (1,5)	3,4 (5)	2,1 (4)	2,2
2	2,4 (5)	1,8 (3)	2,0 (5)	2,2 (4)	2,4 (5)	2,2
5	1,9 (3)	2,2 (5)	1,6 (3)	1,7 (2,5)	2,0 (3)	1,9
10	1,7 (1,5)	1,9 (4)	1,5 (1,5)	1,5 (1)	1,7 (1,5)	1,7
20	1,7 (1,5)	1,6 (2)	1,8 (4)	1,7 (2,5)	1,7 (1,5)	1,7

Tabela 15. Resultados da análise química de pH em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for mam uma composi ta	Valores de pH					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	4,8 (2,5)	4,9 (3)	4,6 (1,5)	4,7 (2,5)	4,9 (4,5)	4,8
2	5,1 (5)	5,0 (5)	5,0 (5)	4,7 (2,5)	4,7 (1,5)	4,9
5	4,8 (2,5)	4,9 (3)	4,7 (3,5)	5,0 (5)	4,8 (3)	4,8
10	5,0 (4)	4,9 (3)	4,6 (1,5)	4,7 (2,5)	4,7 (1,5)	4,8
20	4,6 (1)	4,8 (1)	4,7 (3,5)	4,7 (2,5)	4,9 (4,5)	4,7

Tabela 16. Resultados da análise química de alumínio trocável em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Al ³⁺ (e.mg/100 ml de T.F.S.A.)					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	0,9 (4,5)	0,6 (1,5)	0,8 (2,5)	1,6 (5)	1,1 (4)	1,0
2	0,9 (4,5)	0,7 (3)	0,9 (4,5)	1,3 (4)	1,3 (5)	1,0
5	0,7 (2)	0,9 (4)	0,8 (2,5)	0,6 (1,5)	0,6 (1)	0,7
10	0,7 (2)	1,0 (5)	0,9 (4,5)	0,7 (3)	0,7 (2,5)	0,8
20	0,7 (2)	0,6 (1,5)	0,7 (1)	0,6 (1,5)	0,7 (2,5)	0,7

Tabela 17. Resultados da análise química de cálcio trocável em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for- mam uma compos- ta	Ca ²⁺ (e.mg/100 ml de T.F.S.A.)					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	0,3 (3,5)	0,3 (2)	0,2 (2)	0,2 (1)	0,3 (3)	0,3
2	0,5 (5)	0,4 (4)	0,2 (2)	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3
5	0,3 (3,5)	0,4 (4)	0,2 (2)	0,8 (5)	0,3 (3)	0,4
10	0,2 (1,5)	0,2 (1)	0,3 (4)	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3
20	0,2 (1,5)	0,4 (4)	0,4 (5)	0,3 (3)	0,3 (3)	0,3

Tabela 18. Resultados da análise química de potássio trocável em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	K (µg/ml de T.F.S.A.)					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	24 (5)	12 (1,5)	8 (1)	16 (3,5)	16 (2,5)	15
2	20 (4)	16 (3,5)	16 (3,5)	16 (3,5)	16 (2,5)	17
5	16 (2,5)	20 (5)	16 (3,5)	16 (3,5)	16 (2,5)	17
10	12 (1)	12 (1,5)	16 (3,5)	12 (1)	20 (5)	14
20	16 (2,5)	16 (3,5)	16 (3,5)	16 (3,5)	16 (2,5)	16

Tabela 19. Resultados da análise química de fósforo solúvel em ácido sulfúrico 0,05 N, em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, em função do número de amostras simples que formam uma amostra composta

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	P (µg/ml de T.F.S.A.)					Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
1	2,0 (3,5)	1,1 (1)	2,0 (4)	2,0 (3)	2,0 (3,5)	1,8
2	2,3 (5)	2,0 (4)	1,5 (1,5)	2,0 (3)	2,0 (3,5)	2,0
5	2,0 (3,5)	2,0 (4)	1,5 (1,5)	2,0 (3)	1,5 (1)	1,8
10	1,5 (1,5)	2,0 (4)	2,0 (4)	2,0 (3)	2,0 (3,5)	1,9
20	1,5 (1,5)	1,5 (2)	2,0 (4)	2,0 (3)	2,0 (3,5)	1,8

ção f refere-se ao conjunto de pontos amostrados nas 5 repetições para a obtenção dos vários tipos de amostras compostas e que, no caso, deve refletir aquelas médias. Assim, temos médias e representações referentes a 5, 10, 25, 50 e 100 pontos amostrados.

Para maior facilidade, os resultados para cada uma das determinações efetuadas foram discutidos em alguns aspectos isoladamente, mas simultaneamente para os dois tipos de solos.

O número de amostras e sua distribuição em classes encontram-se nas Tabelas 20 e 21, respectivamente, para TE e LEa.

Os coeficientes de variação referentes às características químicas estudadas e o tipo de amostra composta encontram-se calculados nas Tabelas 23 a 34.

4.1.2.1. Matéria orgânica

Através dos resultados apresentados nas Tabelas 8 e 20 verifica-se que para a TE todos os resultados obtidos para a matéria orgânica são altos (maior que 2,5%), independente do esquema de amostragem e das repetições efetuadas, com o menor teor sendo de 2,7%, na terceira repetição para uma amostra composta formada de 2 simples, e com o maior teor sendo de 4,6%, na quarta repetição para uma amostra composta de 10 simples.

Já com os resultados apresentados nas Tabelas 14 e 21 verifica-se que para o LEa os resultados obtidos são médios (de 1,5 a 2,5%), com exceção de 1 repetição, quando se considera o caso das 5 amostras simples. O menor teor encontrado foi de 1,5% nas segunda e terceira repetições das amostras simples e na terceira e quarta repetições das amostras

Tabela 20. Número de amostras e sua distribuição em classes, de acordo com os resultados analíticos obtidos nas determinações procedidas para uma Terra Roxa Estruturada

Características estudadas	Especificação das classes	Terra Roxa Estruturada				
		5 amostras simples	5 amostras 2 simples	5 amostras 5 simples	5 amostras 10 simples	5 amostras 20 simples
M.O.	B*	-	-	-	-	-
	M*	-	-	-	-	-
	A*	5	5	5	5	5
pH	A.E.**	-	-	-	-	-
	A.M.**	5	5	5	5	5
	A.F.**	-	-	-	-	-
	N**	-	-	-	-	-
	Alc.F.**	-	-	-	-	-
	Alc.M.**	-	-	-	-	-
	Alc.E.**	-	-	-	-	-
Al	B	5	5	5	5	5
	M	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
Ca	B	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	A	5	5	5	5	5
Mg	B	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	A	5	5	5	5	5
K	MB*	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	A	1	2	-	2	1
	MA*	4	3	5	3	4
P	MB	1	-	2	-	1
	B	4	5	3	5	4
	M	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
	MA	-	-	-	-	-

*MB = muito baixo; B = baixo; M = médio; A = alto; MA = muito alto.

**A.E. = acidez elevada; A.M. = acidez média; A.F. = acidez fraca;

N = neutro; Alc.F. = alcalinidade fraca; Alc.M. = alcalinidade média;

Alc.E. = alcalinidade elevada.

Tabela 21. Número de amostras e sua distribuição em classes, de acordo com os resultados analíticos obtidos nas determinações procedidas para um Latossol Verme - lho Escuro - fase arenosa

Caracte- rísticas estuda- das	Especifi- cação das classes	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
		5 amostras simples	5 amostras 2 simples	5 amostras 5 simples	5 amostras 10 simples	5 amostras 20 simples
M.O.	B*	-	-	-	-	-
	M*	4	5	5	5	5
	A*	1	-	-	-	-
pH	A.E.**	5	2	4	4	5
	A.M.**	-	3	1	1	-
	A.F.**	-	-	-	-	-
	N**	-	-	-	-	-
	Alc.F.**	-	-	-	-	-
	Alc.M.**	-	-	-	-	-
	Alc.E.**	-	-	-	-	-
Al	B	-	-	-	-	-
	M	1	-	2	-	2
	A	4	5	3	5	3
Ca	B	5	5	5	5	5
	M	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
Mg	B	5	5	5	5	5
	M	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
K	MB*	5	5	5	5	5
	B	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
	MA*	-	-	-	-	-
P	MB	5	5	5	5	5
	B	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
	MA	-	-	-	-	-

*MB = muito baixo; B = baixo; M = médio; A = alto; MA = muito alto.

**A.E. = acidez elevada; A.M. = acidez média; A.F. = acidez fraca;

N = neutro; Alc.F. = alcalinidade fraca; Alc.M. = alcalinidade média;

Alc.E. = alcalinidade elevada.

compostas de 10 simples. O maior teor foi de 3,4% na quarta repetição das amostras simples.

Em relação à variabilidade dos resultados verifica-se, de uma maneira geral, que a precisão dos resultados vai melhorando à medida que o número de amostras simples que formam uma amostra composta vai aumentando. Os coeficientes de variação apresentados nas Tabelas 23 e 29 auxiliam a interpretação. Entretanto, ocorrem casos em que há aumento no coeficiente de variação à medida que se aumenta o número de amostras simples para formar a composta.

Assim, para a TE verifica-se que o maior C.V. refere-se às amostras compostas de 10 simples, vindo em seguida, o C.V. das 5 amostras simples e o menor deles ocorre quando da formação de amostras compostas de 20 simples (C.V. = 5,6%).

Para o LEa observa-se, pela Tabela 29, que este fato também ocorre, porém com menor intensidade, com os maiores C.V. referentes às amostras simples, vindo, em seguida, as amostras compostas de 5 simples, com o menor C.V. ocorrendo quando da formação das amostras compostas de 20 simples (C.V. = 4,0%).

Embora os solos sejam de grandes grupos diferentes, verifica-se que com 20 amostras simples formando a composta, os C.V. para ambos os casos foram muito próximos, demonstrando que a variabilidade dos resultados foi similar, independente do solo considerado.

Observando-se a coluna referente às médias na Tabela 8, para a TE, verifica-se que há alternância dos teores, quanto à grandeza numérica, conforme se aumenta o número de amostras simples que formam a amostra composta. Pode-se constatar que a média de maior valor foi 3,9% de M.O., referente às amostras simples, e que a média de menor valor foi

3,4% de M.O., referente às amostras compostas de 20 simples.

Em contrapartida, para o LEa, observa-se que há uma diminuição no valor das médias apresentadas na Tabela 14, com exceção das médias referentes às amostras simples e as compostas de 2 simples que, por sinal, apresentaram as porcentagens mais elevadas (2,2% de M.O.) e com as amostras compostas de 10 e 20 amostras simples apresentando as menores porcentagens (1,7% de M.O.).

4.1.2.2. pH

Os resultados obtidos para as determinações do pH para a TE constam da Tabela 9. Verifica-se que todos os resultados caracterizam este solo como apresentando acidez média (Tabela 20) independente do esquema de amostragem e das repetições efetuadas. O menor valor foi de 5,2, na primeira repetição para as amostras simples, e o valor mais elevado 5,9, na quarta repetição para as amostras simples, e primeira repetição nas amostras compostas de 5 simples.

Em relação ao LEa, os resultados apresentados na Tabela 15 permitem verificar que os valores de pH situaram-se em duas classes (Tabela 21), isto é, de acidez elevada, para as amostras simples e as amostras compostas de 20 simples, e, no caso das amostras compostas de 2 simples, 2 repetições foram classificadas como acidez elevada e 3 repetições acidez média. Nos outros dois tipos de amostras obtiveram-se quatro repetições apresentando acidez elevada e uma acidez média. Considerando todos os casos, o menor valor para o pH foi de 4,6 para a terceira repetição das amostras simples e das amostras compostas de 10 simples e primeira repetição para as compostas de 20 simples. O maior valor para o pH foi 5,1 na primeira repetição para as amostras compostas de 2 simples.

Com respeito à variabilidade dos resultados, verifica-se, de forma geral, que a precisão é boa nos dois solos estudados, para todos os tipos de amostras. Os coeficientes de variação constantes nas Tabelas 24 e 30 demonstram a pouca variabilidade do pH nos solos.

De maneira semelhante ao que ocorre com a M.O. há uma flutuação nos valores dos C.V., às vezes com um aumento à medida que se aumenta o número de amostras simples para formar a composta, nos dois solos estudados.

Para a TE, observa-se que o C.V. mais elevado relaciona-se com as amostras simples, em seguida aparece o C.V. das amostras compostas de 5 simples e o C.V. mais baixo corresponde às amostras compostas de 2 simples (1,6%). As amostras compostas de 10 e 20 simples apresentaram C.V. iguais (1,6%) sendo, portanto, muito próximo do menor valor, praticamente se equivalendo.

Para o LEa, o C.V. mais elevado aparece nas amostras compostas de 2 simples, vindo em seguida o C.V. para as amostras compostas de 10 simples. O valor de C.V. mais baixo é o correspondente as amostras compostas de 5 simples (2,4%) porém, as amostras compostas de 20 simples apresentaram C.V. praticamente igual, ou seja, de 2,4%.

Verifica-se, por conseguinte, que a variabilidade do pH é pequena nos dois solos considerados, o que é demonstrado pelos valores mais elevados dos C.V., ou sejam, 5,2% e 3,8%, respectivamente para a TE e LEa, podendo os solos serem considerados semelhantes sob este aspecto.

A coluna das médias das Tabelas 8 e 14 dá uma idéia da baixa variação dos resultados, pois as mesmas são muito próximas, embora representem um número total de amostras simples bem diferentes, ou sejam, 5, 10, 25, 50 e 100, respectivamente, para cada tipo de amostra.

4.1.2.3. Alumínio

Foram obtidos traços para o alumínio trocável na TE, demonstrando a quase ausência deste elemento neste solo havendo, portanto, equivalência para todos os tipos de amostras. Os teores do elemento estão em estreita concordância com os valores de pH obtidos para este solo (Tabela 9).

Já para o LEa, os teores de Al^{3+} acham-se apresentados na Tabela 16. Na distribuição destes teores em classes (Tabela 21), observa-se que para as amostras simples uma das repetições apresentou teor médio e 4 repetições teores altos, semelhantemente ao que ocorreu com as amostras compostas de 5 e 20 simples que apresentaram 2 repetições com teor médio e 3 repetições com teor elevado. Para as amostras compostas de 2 e 10 simples todas as repetições apresentaram teores altos do elemento, fato que está de acordo com o pH deste solo, que apresenta acidez elevada e média. O menor teor encontrado foi de 0,6 e.mg de Al^{3+} /100 ml T.F.S.A. para a segunda repetição das amostras simples, quarta e quinta repetições para as amostras compostas de 5 simples e segunda e quarta repetições para as compostas de 20 simples. O maior teor foi de 1,6 e.mg de Al^{3+} /100 ml T.F.S.A. para a quarta repetição das amostras simples.

Com respeito à variabilidade dos resultados observa-se, pela Tabela 31, que a precisão vai melhorando conforme se aumenta o número de amostras simples para formar a composta, o que pode ser confirmado pela constante diminuição dos coeficientes de variação obtidos para os cinco tipos de amostras. Assim, o C.V. mais elevado apresentou o valor 38,1%, para as amostras simples, e o mais baixo 8,3%, para as amostras compostas de 20 simples.

A coluna das médias (Tabela 16) mostra, para este elemento, uma tendência decrescente nos teores à medida

que o número de amostras simples que formam a composta vai aumentando.

4.1.2.4. Cálcio

Os resultados obtidos para as análises de cálcio encontram-se apresentados na Tabela 10, para a TE. Observa-se que todos os resultados são classificados como altos (Tabela 20), independente dos tipos de amostras e das repetições efetuadas, com o menor valor sendo 4,4 e.mg para a primeira repetição das amostras compostas de 2 simples e o maior valor 7,4 e.mg, correspondente a quinta repetição das amostras simples.

Com o LEa verifica-se, através dos dados das Tabelas 17 e 21, que todos os teores de Ca^{2+} são classificados como baixos, aliás bastante baixos, independentemente do tipo de amostra e das repetições, com o menor teor sendo de 0,2 e.mg e o maior de 0,8 e.mg.

Os coeficientes de variação apresentados nas Tabelas 25 e 32 permitem verificar a variabilidade dos resultados para os dois solos considerados.

Para a TE observa-se uma tendência de diminuição do C.V. à medida que aumenta o número de amostras simples que formam a composta, com o C.V. mais elevado sendo de 17,5% para as amostras simples, e o C.V. mais baixo (10,7%) correspondente às amostras compostas de 20 simples.

Com o LEa ocorre uma flutuação nos C.V. com os diversos tipos de amostras estudados. O maior C.V. correspondeu às amostras compostas de 5 simples (C.V. = 58,8%), vindo em seguida as compostas de 2 simples e às de C.V. mais baixo correspondendo às 5 amostras simples e as compostas de 10 simples (C.V. = 21,1%).

Observando-se as médias (Tabela 10), verifica-se que, para a TE, ocorre uma alternância nos teores de Ca^{2+} , conforme se consideram os vários tipos de amostras estudadas. Assim, o valor mais baixo refere-se às amostras compostas de 2 simples (6,0 e.mg) e o mais alto para as amostras de 5 simples (6,6 e.mg).

Para o LEa (Tabela 17), há uma constância nos valores médios (0,3 e.mg), exceto para as amostras compostas de 5 simples que apresentaram o teor de 0,4 e.mg Ca^{2+} . Entretanto, esta média é bastante próxima das outras.

4.1.2.5. Magnésio

As análises de magnésio (Tabela 11) revelaram, para a TE, teores de magnésio que são classificados como altos, conforme se verifica pela Tabela 20. O menor teor foi de 1,5 e.mg Mg^{2+} /100 ml de T.F.S.A. para a primeira repetição das amostras simples e o maior teor 3,3 e.mg para a terceira e quarta repetições das amostras simples.

Para o LEa foram obtidos traços deste elemento, indicando a sua ausência abaixo de um valor limite na análise.

A variabilidade dos resultados pode ser melhor verificada com o auxílio dos coeficientes de variação apresentados na Tabela 26. Observa-se que, com exceção do C.V. para as amostras simples que apresentou o maior valor (C.V. = 32,3%), os demais tipos de amostras apresentaram C.V. próximos, variando de 11,9% para as amostras compostas de 10 simples a 15,5% para as compostas de 5 simples.

As médias apresentadas na Tabela 11 mostram que o maior teor médio corresponde às amostras simples (2,5 e.mg) e o menor às compostas de 20 simples (1,9 e.mg).

4.1.2.6. Potássio

Para a TE os resultados podem ser apreciados através da Tabela 12. Verifica-se que, em todos os casos independente do tipo de amostra e repetições, os resultados são todos classificados como altos ou muito altos (Tabela 20), com o menor valor sendo 144 ppm para a terceira repetição das amostras compostas de 2 simples e o maior valor sendo 400 ppm para a segunda repetição das amostras simples.

Os teores de potássio para o LEa podem ser vistos na Tabela 18. Verifica-se (Tabela 21) que todos os teores são classificados como muito baixos, independente do tipo de amostra e repetições, com o maior e menor valor sendo de 24 e 8 ppm, respectivamente, para a primeira e terceira repetições das amostras simples.

Com relação à variabilidade dos resultados, a mesma pode ser melhor visualizada através dos coeficientes de variação apresentados nas Tabelas 27 e 33, respectivamente, para a TE e o LEa.

Assim, para a TE, verifica-se que o C.V. mais elevado (31,1%) corresponde às amostras compostas de 2 simples, bem próximo do C.V. 30,3% das amostras simples, e o menor C.V. é relativo às amostras compostas de 20 simples (C.V. = 10,6%).

No caso do LEa observa-se que o C.V. mais elevado corresponde às amostras simples (39,0%) e que houve a ocorrência de máxima precisão, no caso das amostras compostas de 20 simples, com o C.V. apresentando valor nulo.

Observando-se a coluna referente às médias na Tabela 12 nota-se, para a TE, que o valor mais elevado corresponde a 302 ppm de K, para as amostras simples, e que o valor mais baixo foi 221 ppm, para as amostras compostas de 10 sim-

ples. Pode-se verificar também que, em termos médios, com exceção das amostras simples, todos os demais tipos de amostras apresentaram valores médios bem próximos, isto é, entre 221 e 238 ppm de K.

Em relação ao LVE pode-se contatar através da Tabela 17 que os resultados médios foram bastante próximos, com o maior valor sendo de 17 ppm, para as amostras compostas de 2 e 5 amostras simples, e o menor valor sendo 14 ppm para as amostras compostas de 10 simples.

4.1.2.7. Fósforo

Os resultados obtidos para o fósforo encontram-se apresentados na Tabela 13 para a TE, sendo classificados como muito baixos e baixos, conforme aparece na Tabela 20, com o menor teor sendo de 2,3 ppm, para a segunda repetição das amostras simples, e com o maior valor sendo de 7,9 ppm, para a primeira repetição nas amostras simples e terceira repetição nas amostras compostas de 10 simples.

Para o LEa verifica-se, pelos resultados analíticos constantes da Tabela 19, que os mesmos podem ser classificados como muito baixos (Tabela 21), também independente do tipo de amostra e repetições, com o menor teor apresentando o valor 1,1 ppm de P, para a segunda repetição nas amostras simples, e o maior sendo de 2,3 ppm, para a primeira repetição das amostras compostas de 2 simples.

Em relação à variabilidade dos resultados pode-se verificá-la com o auxílio dos coeficientes de variação apresentados nas Tabelas 28 e 34, respectivamente, para a TE e LEa.

Observa-se que, para a TE, o C.V. mais elevado

ocorre para as amostras simples (C.V. = 36,3%) e o mais baixo (C.V. = 17,0%) aparece nas amostras compostas de 2 simples. Os demais tipos de amostras apresentaram C.V. próximos, entre 21,7% e 23,6%.

Para o LEa constata-se que o C.V. mais elevado relaciona-se às amostras simples (22,1%) e o menor corresponde às amostras compostas de 10 simples (C.V. = 11,8%), com os demais tipos de amostras apresentando C.V. variando entre 14,7 e 15,2%.

Em relação às médias observa-se, para a TE (Tabela 13), que há uma variação nos resultados, com o valor mais elevado sendo 6,1 ppm de P, para as amostras simples, e o mais baixo 4,6 ppm para as compostas de 5 simples.

Com respeito ao LEa os valores médios (Tabela 19) foram bastante próximos, sendo o mais alto 2,0 ppm e o mais baixo 1,8 ppm de P.

4.1.3. Aplicação da Prova de Friedman para amostras correlacionadas

Para verificar se os resultados obtidos diferem entre si nos vários tipos de amostras estudados e para cada variável, aplicou-se a Prova de Friedman. Assim, os dados das Tabelas 8 a 18 foram ordenados atribuindo-se valores de 1 a 5 aos resultados de cada coluna e que se encontram entre parêntesis, obtendo-se os resultados presentes na Tabela 22.

Pelo exame dos resultados da Tabela 22, evidencia-se que não foram constatadas diferenças significativas entre as várias maneiras de se proceder à formação de amostras compostas para cada uma das variáveis estudadas ($\alpha = 0,05$), sendo, portanto, aceita a hipótese de nulidade testada, para

Tabela 22. Valores de estatística χ^2 obtidos aplicando-se a prova de Friedman para os vários elementos dosados e valor de pH para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa
 $(\chi^2 \text{ cr\acute{it.}} = \chi^2 (0,05) = 9,49)$

Tipo de solo	M.O.% χ^2	pH χ^2	Al ³⁺ χ^2	Ca ²⁺ χ^2	Mg ²⁺ χ^2	K χ^2	P χ^2
Terra Roxa Estruturada	7,8	4,5	-	0,4	5,1	6,7	3,7
Latossol Vermelho Escuro	7,5	2,7	8,4	2,5	-	1,6	0,8

cada um dos solos em estudo.

Isso significa que qualquer que seja a maneira de se proceder à formação da amostra composta leva sempre a resultados similares.

Tal consideração permite afirmar que, do ponto de vista estatístico, a tomada de uma única amostra simples apresentará o mesmo resultado do que a tomada, no caso extremo deste experimento, de 20 amostras simples para a formação da composta. Isto evidencia a importância dos critérios utilizados para se escolher uma área como homogênea, do tipo de amostrador utilizado, dos cuidados no momento da coleta e da maneira de se proceder a formação das amostras compostas.

4.1.4. Generalização dos resultados

Um exame geral nos resultados relativos às variáveis estudadas revela a variabilidade nos resultados em função do número de amostras simples que formam uma composta, considerando-se as cinco repetições.

Normalmente, para os dois tipos de solos estudados, a precisão vai melhorando à medida que o número de amostras simples que formam uma composta vai aumentando, o que é evidenciado quando os coeficientes de variação obtidos para cada tipo de amostra, em relação às diversas variáveis, são colocados em ordem decrescente de magnitude. Entretanto, algumas inversões ocorrem, de maneira semelhante ao obtido por HANOTIAUX (1966).

No caso de amostragem de terra para fins de fertilidade, o ideal seria a confecção de amostras compostas de determinado número de amostras simples, cujas repetições levassem sempre ao mesmo resultado, isto é, à máxima precisão.

Quando se trata de um sistema heterogêneo como um solo este desejo, todavia, pode não guardar relação com aspectos práticos da coleta de amostras, razão pela qual deve-se tomar um número de amostras simples para formar a composta compatível com a sua execução no campo.

Conforme o que já foi anteriormente apresentado, verifica-se que a melhor precisão, em geral, é conseguida quando da confecção de amostras compostas de 20 simples, levando-se em consideração os critérios para a seleção das áreas e a metodologia empregada para se coletar e preparar as amostras neste experimento. Estes procedimentos, em parte, são normalmente recomendados na prática por vários autores (CATANI *et alii*, 1955; CATANI e JACINTHO, 1974; RAIJ, 1981), nas publicações técnicas (BENNET, 1968; NAHAS, 1968; BUENO *et alii*, 1979; MIRANDA, 1979) e também nos folhetos explicativos referentes à coleta de amostras de terra para fins de fertilidade que chegam às mãos do lavrador, distribuídos por órgãos de pesquisa, difusão, laboratórios de análise e firmas que comercializam fertilizantes.

Com relação à distribuição das amostras analisadas em classes, verifica-se que, para a TE, os resultados enquadram-se, para as variáveis, M.O., pH, Al, Ca e Mg, numa mesma classe, independentemente do tipo de amostra, para todas as repetições, e para K e P em duas classes.

O mesmo ocorre para o LEa onde observa-se que ocorrem casos em que os resultados enquadram-se em uma ou duas classes, conforme o tipo de amostra para as variáveis matéria orgânica, pH e alumínio, com as demais pertencendo a uma única classe.

Quando se procede à formação de amostras compostas com um número variável de amostras simples, poder-se-ia esperar que os resultados obtidos fizessem com que as amostras fos

sem se concentrando numa única classe, quanto maior fosse o número de amostras simples que formasse a composta, fato que não ocorreu para algumas variáveis dos dois solos e que difere do que encontraram CATANI *et alii* (1954).

Os resultados analíticos médios para os dois solos, em geral, situam-se, dentro de cada solo, bastante próximos, considerando-se os vários tipos de amostras, fato que é bastante significativo, pois, referem-se a 5, 10, 25, 50 e 100 amostras simples coletadas no campo, indicando que, possivelmente, os critérios adotados na escolha dos solos foram fatores determinantes em relação a sua pouca variabilidade média o que, até certo ponto, concorda com o que foi revelado aplicando-se a Prova de Friedman. Entretanto, grande variabilidade das características químicas em solos uniformes de um mesmo grande grupo, foi encontrado por BALL e WILLIAMS (1968 e 1971).

A prova de Friedman demonstrou, para os dois solos, que a coleta de um baixo número de amostras simples para formar a composta, entendendo-se como baixo número a coleta de 10 amostras simples ou menos, não leva a resultados estatisticamente diferentes.

Conforme o trabalho de TRANI e BELINAZZI JR. (1978), o número médio de amostras coletadas por lavradores, técnicos agrícolas e engenheiros-agrônomos no Estado de São Paulo é de 3 a 5 o que, se supõe, comprometa as análises. Entretanto, o presente trabalho está mostrando que tal fato não ocorreu nos solos estudados e que, provavelmente, a variabilidade maior ou menor das características químicas de um solo estão ligadas a certos critérios na escolha da área a amostrar e a metodologia utilizada para se coletar e preparar as amostras.

Entretanto, mesmo que o procedimento de se coletar apenas uma amostra simples para representar a área total

de 10 ha se apresente tão eficiente quanto os demais em termos de determinação média, verifica-se que, normalmente, as amostras compostas por um número maior de amostras simples apresentam melhor precisão e, portanto, na prática, não se recomendaria a retirada de uma única amostra simples, devido à dificuldade de se selecionar área homogênea segundo os critérios adotados no presente trabalho.

O coeficiente de variação de cada tipo de amostra estudada apresentou as ordens de magnitude mostradas na Tabela 35, para as variáveis estudadas.

Verifica-se que ocorrem modificações na ordem, conforme o tipo de amostra composta, porém, há predomínio do fósforo que apresenta os maiores coeficientes de variação para a TE e do cálcio em se tratando do LEa. Em contrapartida, pode-se dizer que o pH, com exceção de um caso, apresentou os menores coeficientes de variação para os dois solos considerados.

Dessas considerações, pode-se admitir que uma característica que apresenta uma determinada variação num solo, não apresentará a mesma variação, em ordem de grandeza, em outro solo, concordando com o que foi obtido por OLIVEIRA (1972) e BARRETO *et alii* (1974), diferentemente do que obteve CATANI *et alii* (1954).

4.1.5. Determinação do número de amostras para se estimar a fertilidade média

Como a distribuição dos resultados em classes foi variável para algumas características tanto para a TE como para o LEa e devido à aplicação da Prova de Friedman indicar que os resultados para todos os tipos de amostras podem ser considerados semelhantes, a determinação do número de amostras, em função dos

vários tipos de amostras, necessárias para se estimar a fertilidade média, pode ser um indicativo mais rigoroso para selecionar um determinado tipo de amostra composta.

Para as características matéria orgânica, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo consideraram-se as variações de 20% e 10% da média nos resultados analíticos. Para o pH admitiram-se variações de 5% e 1% em torno dos valores médios.

CATANI *et alii* (1954) admitiram uma variação de 20% da média para as variáveis carbono total, cálcio e potássio trocáveis, ao passo que, para o pH a variação admitida foi de 5%.

Optou-se nesta determinação por considerar também as variações em torno da média de 1% para o pH e 10% para as demais características, visto que os vários tipos de amostras são consideradas semelhantes pela aplicação da Prova de Friedman.

Para cada caso de variação mencionado, incluem-se a heterogeneidade dos solos e todos os erros que incidem desde o preparo da amostra em laboratório até o resultado analítico final.

A aplicação da expressão: $n = (t^2 \cdot s^2) / d^2$ (BERQUÓ *et alii*, 1981) levou aos resultados apresentados nas Tabelas 23 a 34, para os dois solos em estudo, referentes ao número de amostras necessárias para estimar a fertilidade média, admitindo-se confiabilidade de 95%, 90% e 80%, tomando-se por base as variações de 1%, 5%, 10% e 20% da média, para cada nível, conforme a característica considerada.

Um exemplo para a interpretação do número n, pode ser tirado da Tabela 27, para o potássio. Considerando-se as amostras compostas de 20 simples, uma variação em torno da

Tabela 23. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média para matéria orgânica em uma Terra Roxa Estruturada ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Terra Roxa Estruturada				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	3,9	3,4	3,8	3,7	3,4
s	0,476	0,410	0,224	0,581	0,192
C.V.	12,3	12,2	5,9	15,6	5,6
$d = 0,20 \bar{x}$	0,78	0,67	0,76	0,74	0,68
$d = 0,10 \bar{x}$	0,39	0,34	0,38	0,37	0,34
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	2	2	1	3	1
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	6	6	2	10	2
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	2	2	1	2	1
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	5	5	1	7	1
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	1	1	1	2	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	3	3	1	5	1

Tabela 24. Número de amostras necessárias para precisões de 5% e 1% da média para o pH em uma Terra Roxa Estruturada ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Terra Roxa Estruturada				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	5,7	5,7	5,6	5,6	5,5
s	0,295	0,0894	0,235	0,0894	0,0894
C.V.	5,2	1,6	4,2	1,6	1,6
$d = 0,05 \bar{x}$	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
$d = 0,01 \bar{x}$	0,057	0,057	0,056	0,056	0,055
$n(t_{95\%}; d=0,05 \bar{x})$	5	1	3	1	1
$n(t_{95\%}; d=0,01 \bar{x})$	104	10	68	10	10
$n(t_{90\%}; d=0,05 \bar{x})$	3	1	2	1	1
$n(t_{90\%}; d=0,01 \bar{x})$	73	7	48	7	8
$n(t_{80\%}; d=0,05 \bar{x})$	2	1	2	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,01 \bar{x})$	45	5	29	5	5

Tabela 25. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média para o cálcio em uma Terra Roxa Estruturada ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Terra Roxa Estruturada				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	6,3	6,0	6,6	6,4	6,2
s	1,095	1,004	0,820	0,805	0,662
C.V.	17,5	16,8	12,4	12,5	10,7
$d = 0,20 \bar{x}$	1,25	1,20	1,32	1,29	1,23
$d = 0,10 \bar{x}$	0,63	0,60	0,66	0,64	0,62
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	3	3	2	2	2
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	12	11	6	6	5
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	3	2	2	2	1
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	9	8	5	5	4
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	2	2	1	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	6	5	3	3	2

Tabela 26. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média para o magnésio em uma Terra Roxa Estruturada ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Terra Roxa Estruturada				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	2,5	2,3	2,4	2,3	1,9
s	0,801	0,327	0,365	0,279	0,268
C.V.	32,3	14,3	15,5	11,9	14,0
$d = 0,20 \bar{x}$	0,50	0,46	0,48	0,46	0,38
$d = 0,10 \bar{x}$	0,25	0,23	0,24	0,23	0,19
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	11	2	3	2	2
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	41	8	10	6	8
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	8	2	2	1	2
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	29	6	7	4	6
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	5	1	1	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	18	4	4	3	4

Tabela 27. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média para o potássio em uma Terra Roxa Estruturada ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Terra Roxa Estruturada				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	302	229	238	221	238
s	91,503	71,072	33,419	33,870	25,235
C.V.	30,3	31,1	14,1	15,3	10,6
$d = 0,20 \bar{x}$	60,48	45,76	47,52	44,16	47,52
$d = 0,10 \bar{x}$	30,24	22,88	23,76	22,08	23,76
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	9	10	2	3	2
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	36	38	8	10	5
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	7	7	2	2	1
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	25	27	6	7	4
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	4	4	1	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	16	16	4	4	2

Tabela 28. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média para o fósforo em uma Terra Roxa Estruturada ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Terra Roxa Estruturada				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	6,1	5,3	4,6	5,9	5,1
s	2,219	0,910	1,083	1,391	1,105
C.V.	36,3	17,0	23,4	23,6	21,7
$d = 0,20 \bar{x}$	1,22	1,06	0,92	1,18	1,02
$d = 0,10 \bar{x}$	0,61	0,53	0,46	0,59	0,51
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	13	3	6	6	5
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	51	12	22	22	19
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	9	2	4	4	3
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	36	8	15	16	13
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	6	2	3	3	2
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	22	5	10	10	8

Tabela 29. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média, para a matéria orgânica em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	2,2	2,2	1,9	1,7	1,7
s	0,780	0,261	0,239	0,167	0,071
C.V.	36,0	12,0	13,0	10,0	4,0
$d = 0,20 \bar{x}$	0,44	0,44	0,38	0,34	0,34
$d = 0,10 \bar{x}$	0,22	0,22	0,19	0,17	0,17
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	13	2	2	1	1
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	50	6	7	4	1
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	9	1	2	1	1
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	35	4	5	3	1
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	5	1	1	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	22	3	3	2	1

Tabela 30. Número de amostras necessárias para precisões de 5% e 1% da média, para o pH para um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	4,8	4,9	4,8	4,8	4,7
s	0,130	0,188	0,114	0,164	0,114
C.V.	2,7	3,8	2,4	3,4	2,4
$d = 0,20 \bar{x}$	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
$d = 0,10 \bar{x}$	0,048	0,049	0,048	0,048	0,047
$n(t_{95\%}; d=0,05 \bar{x})$	2	3	1	2	1
$n(t_{95\%}; d=0,01 \bar{x})$	29	57	22	46	23
$n(t_{90\%}; d=0,05 \bar{x})$	1	2	1	2	1
$n(t_{90\%}; d=0,01 \bar{x})$	20	40	16	32	16
$n(t_{80\%}; d=0,05 \bar{x})$	1	1	1	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,01 \bar{x})$	13	25	9	20	10

Tabela 31. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média, para o alumínio em um Latos - sol Vermelho Escuro - fase arenosa ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	1,0	1,0	0,7	0,8	0,7
s	0,381	0,268	0,130	0,141	0,0548
C.V.	38,1	26,3	18,1	17,6	8,3
$d = 0,20 \bar{x}$	0,20	0,20	0,14	0,16	0,14
$d = 0,10 \bar{x}$	0,10	0,10	0,07	0,08	0,07
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	14	7	4	3	1
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	56	27	13	12	3
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	10	5	3	3	1
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	40	19	9	9	2
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	6	3	2	2	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	24	12	6	6	2

Tabela 32. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média, para o cálcio em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
s	0,0548	0,114	0,235	0,0548	0,0837
C.V.	21,1	33,5	58,8	21,1	26,2
$d = 0,20 \bar{x}$	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06
$d = 0,10 \bar{x}$	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	5	11	34	5	7
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	18	44	133	18	27
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	4	8	24	4	5
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	13	31	94	13	19
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	2	5	15	2	3
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	8	18	57	8	12

Tabela 33. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média, para o potássio em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	15	16	17	14	16
s	5,932	1,789	1,789	3,578	0,0
C.V.	39,0	10,6	10,6	24,8	0,0
d = 0,20 $\bar{x}$	3,00	3,20	3,40	2,80	3,20
d = 0,10 $\bar{x}$	1,50	1,60	1,70	1,40	1,60
n($t_{95\%}$; d=0,20 $\bar{x}$)	15	2	2	6	1
n($t_{95\%}$; d=0,10 $\bar{x}$)	59	5	5	24	1
n($t_{90\%}$; d=0,20 $\bar{x}$)	11	1	1	5	1
n($t_{90\%}$; d=0,10 $\bar{x}$)	42	4	4	17	1
n($t_{80\%}$; d=0,20 $\bar{x}$)	7	1	1	3	1
n($t_{80\%}$; d=0,10 $\bar{x}$)	26	2	2	11	1

Tabela 34. Número de amostras necessárias para precisões de 20% e 10% da média, para o potássio em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa ($t_{95\%} = 1,960$; $t_{90\%} = 1,645$; $t_{80\%} = 1,282$)

Valores	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa				
	5 simples	5 compostas de 2	5 compostas de 5	5 compostas de 10	5 compostas de 20
$\bar{x}$	1,8	2,0	1,8	1,9	1,8
s	0,402	0,288	0,274	0,224	0,274
C.V.	22,1	14,7	15,2	11,8	15,2
$d = 0,20 \bar{x}$	0,36	0,40	0,36	0,38	0,36
$d = 0,10 \bar{x}$	0,18	0,20	0,18	0,19	0,18
$n(t_{95\%}; d=0,20 \bar{x})$	5	3	3	2	3
$n(t_{95\%}; d=0,10 \bar{x})$	19	9	9	6	9
$n(t_{90\%}; d=0,20 \bar{x})$	4	2	2	1	2
$n(t_{90\%}; d=0,10 \bar{x})$	14	6	7	4	7
$n(t_{80\%}; d=0,20 \bar{x})$	3	1	1	1	1
$n(t_{80\%}; d=0,10 \bar{x})$	9	4	4	3	4

Tabela 35. Ordem de magnitude do coeficiente de variação para cada tipo de amostra composta para a Terra Roxa Estrutura e para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Tipos de amostras	Terra Roxa Estruturada	
	Ordenação do coeficiente de variação	
5 simples	$P > Mg > K > Ca > M.O. > pH$	
5 compostas de 2 simples	$K > P > Ca > Mg > M.O. > pH$	
5 compostas de 5 simples	$P > Mg > K > Ca > M.O. > pH$	
5 compostas de 10 simples	$P > M.O. > K > Ca > Mg > pH$	
5 compostas de 20 simples	$P > Mg > Ca > K > M.O. > pH$	
Tipos de amostras	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa	
	Ordenação do coeficientes de variação	
5 simples	$K > Al > M.O. > P > Ca > pH$	
5 compostas de 2 simples	$Ca > Al > P > M.O. > K > pH$	
5 compostas de 5 simples	$Ca > Al > P > M.O. > K > pH$	
5 compostas de 10 simples	$K > Ca > Al > P > M.O. > pH$	
5 compostas de 20 simples	$Ca > P > Al > M.O. > pH > K$	

média (238 ppm de K) de 20% ($\pm 47,5$ ppm K), isto é, para teores de K entre 190,5 a 285,5 ppm de K, são necessárias 2 amostras compostas para uma confiabilidade de 95% e apenas 1 amostra composta se fossem considerados as confiabilidades de 90% e 80%.

Observa-se, através das Tabelas apresentadas, que é variável o número de amostras necessárias para estimar a média das características químicas estudadas com o mesmo grau de precisão e confiança, considerando-se os vários tipos de amostras e, também, quando se considera o mesmo tipo de amostra, porém, com uma variação em torno da média diferente, para os vários níveis de significância.

Na escolha do tipo de amostra a ser utilizado, com relação ao número $\underline{n}$, pode-se considerar que o tipo mais prático seria aquele que apresentasse o menor valor de $\underline{n}$ para uma determinada variação em torno da média, considerando-se os diversos níveis de significância e, após ser definida o tipo de amostra, verificar o menor valor de $\underline{n}$ para as diversas variações admitidas em torno da média.

Assim, para a TE verifica-se que para todas as características químicas, com exceção do fósforo, é necessária apenas 1 amostra composta de 20 simples para representar toda a área, com uma variação em torno da média de 20% e uma confiabilidade de 80% e com uma variação de 5% em torno da média para o pH. No caso do fósforo, necessitam-se de 2 amostras compostas de 20 simples.

Com relação ao LEa, observa-se também que para todas as características químicas, com exceção do cálcio, é necessário apenas 1 amostra composta de 20 simples e para o cálcio são necessárias 3 amostras compostas de 20 simples.

Segundo PRITCHETT *et alii* (1953), o número de

amostras necessárias é determinado pela variável que requer o maior número de amostras.

Assim, as características químicas que determinam o número mínimo de amostras correspondem àquelas que apresentam maior coeficiente de variação, ou sejam, fósforo e cálcio, correspondendo a 2 amostras compostas de 20 simples para a TE e 3 amostras compostas de 20 simples para o LEa.

Já OLIVEIRA (1972) encontrou que as características químicas que necessitavam maior número de pontos amostrados foram cálcio e potássio para dois oxissolos.

Entretanto, mesmo obtendo-se menores valores de n para as amostras compostas de 20 simples, convém ressaltar que o mesmo não determina um menor número de pontos amostrados no campo em comparação com valores de n mais elevados obtidos para os outros tipos de amostras compostas, mas com menor número de amostras simples na sua composição.

Tomando-se como exemplo o caso extremo de se considerar o número n para as amostras simples, verifica-se serem necessárias 6 e 7 amostras simples, respectivamente, para a TE e o LEa, para se estimar a média das características químicas, admitindo-se uma variação em torno da média de 20% e com uma confiabilidade de 80%, sendo que para o pH a variação em torno da média foi de 5%, o que evidencia o que foi discutido no parágrafo anterior.

Supõe-se que com os outros tipos de amostras, considerando-se as mesmas variações em torno da média e para o mesmo nível de significância, obter-se-iam valores de n menores que para as amostras simples. Todavia, pode-se verificar através das Tabelas 23 e 32 que isto não ocorreu, principalmente, quando se considera o cálcio para o LVE, onde são necessárias 15 amostras compostas de 5 simples.

A literatura nacional e internacional mostra resultados não concordantes com relação ao número de amostras que deve ser coletado para estimar a fertilidade média, bem como com relação ao tamanho da área a amostrar (CATANI *et alii*, 1954; FITTS e NELSON, 1956; HANOTIAUX, 1966; OLIVEIRA, 1972; BARRETO *et alii*, 1974; LEONT'EV, 1975; ALVAREZ e CARRARO, 1976; COLÍBAS e COLÍBAS, 1978).

Isto indica que a determinação do número ideal de amostras a serem coletadas será função do grau de homogeneidade da população, bem como da precisão desejada na estimativa do valor médio da população e da confiabilidade exigida.

Estes fatos concordam com PROTZ *et alii* (1968), quando assinalam que o número de amostras correntemente usados para caracterizar e estabelecer limites de propriedades de solos são, em geral, inadequados e com DOW *et alii* (1973), que dizem que o grau e a natureza da variação somente podem ser medidos por técnicas de amostragem sistemáticas e intensivas.

Desta forma, a análise do solo, como bem disse RAIJ (1981), não deve ser encarada como uma técnica para estabelecer as necessidades de uma cultura em um determinado ano. Ela deve ser considerada para ajustar os programas de calagem e adubação a longo prazo.

4.1.6. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos para cada tipo de amostra, para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho

Com base na análise química, determinaram-se as quantidades de adubos fosfatado e potássico e de calcário para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho, considerando-se os dois grandes grupos de solos.

Assim, os resultados constantes das Tabelas 8 a 19, para os dois tipos de solos, quando comparados com as Tabelas de adubação e calagem (BOLETIM nº 209, IAC, 1977) forneceram os níveis de adubação e calagem para cada cultura e presentes nas Tabelas 36 a 50. Além disso foram calculadas as quantidades de calcário em função dos teores de alumínio multiplicando-se pelos fatores de calagem 1,5 e 2,0 e também as quantidades de calcário necessárias para a elevação dos teores de Ca + Mg para 2 e mg Ca + Mg/100 ml de terra, aplicando-se um fator de calagem = 1,5, conforme RAIJ (1975). Como no segundo caso os valores obtidos foram maiores, adotaram-se os mesmos como recomendação de calagem, desprezando-se o critério baseado no alumínio. Os resultados obtidos para as três culturas encontram-se na Tabela 51.

As tabelas de adubação e calagem constantes do Boletim 209, normalmente, apresentam interações entre duas ou mais características químicas para se chegar a melhor recomendação.

Pode-se verificar através das Tabelas 36, 38 e 40, referentes à adubação fosfatada que, considerando-se a TE, para as três culturas, a recomendação de adubação é pouco variável em relação as repetições e tipos de amostras sendo, em média, recomendada uma adubação fosfatada de 60, 80 e 40 kg de P_2O_5 /ha para as culturas de, respectivamente, algodão, cana-de-açúcar e milho, para os cinco tipos de amostras estudadas. Entretanto, pode-se observar que há 5 repetições que indicam uma recomendação de 70 kg/ha e outra de 80 kg/ha para o algodão, o mesmo ocorrendo para o milho, com 4 repetições indicando 50 kg de P_2O_5 /ha e duas outras recomendando 60 kg/ha. Para a cana-de-açúcar a adubação foi constante.

A coluna das médias apresenta a recomendação da adubação com base nos resultados químicos médios apresentados nas Tabelas 8 a 19, para cada tipo de amostra e para cada ca-

Tabela 36. Adubação fosfatada para o algodão, em função dos teores de fósforo e valores de pH revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	kg/ha de P ₂ O ₅					
1	70	70	60	60	60	60
2	60	60	60	60	60	60
5	60	60	70	70	70	60
10	60	60	60	60	60	60
20	80	60	60	60	60	60
Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa						
1	80	80	80	80	80	80
2	80	80	80	80	80	80
5	80	80	80	80	80	80
10	80	80	80	80	80	80
20	80	80	80	80	80	80

Tabela 37. Adubação potássica para o algodão, em função dos teores de potássio e de cálcio + magnésio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	kg/ha de K ₂ O					
1	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50
5	50	50	50	50	50	50
10	50	50	50	50	50	50
20	50	50	50	50	50	50
Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa						
1	60	60	60	60	60	60
2	60	60	60	60	60	60
5	60	60	60	60	60	60
10	60	60	60	60	60	60
20	60	60	60	60	60	60

Tabela 38. Adubação fosfatada para a cana-de-açúcar, em função dos teores de fósforo e potássio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	kg/ha de P ₂ O ₅					
1	80	80	80	80	80	80
2	80	80	80	80	80	80
5	80	80	80	80	80	80
10	80	80	80	80	80	80
20	80	80	80	80	80	80
	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa					
1	80	80	80	80	80	80
2	80	80	80	80	80	80
5	80	80	80	80	80	80
10	80	80	80	80	80	80
20	80	80	80	80	80	80

Tabela 39. Adubação potássica para a cana-de-açúcar, em função dos teores de fósforo e potássio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	kg/ha de K ₂ O					
1	60	60	60	60	60	60
2	60	60	60	60	60	60
5	60	60	60	60	60	60
10	60	60	60	60	60	60
20	60	60	60	60	60	60
Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa						
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100

Tabela 40. Adubação fosfatada para o milho, em função dos valores de pH e teores de fósforo e matéria orgânica revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	kg/ha de P ₂ O ₅					
1	50	50	40	40	40	40
2	40	40	40	40	40	40
5	40	40	60	50	50	40
10	40	40	40	40	40	40
20	60	40	40	40	40	40
Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa						
1	60	60	60	60	60	60
2	60	60	60	60	60	60
5	60	60	60	60	60	60
10	60	60	60	60	60	60
20	60	60	60	60	60	60

Tabela 41. Adubação potássica para o milho, em função dos teores de potássio e cálcio + magnésio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	kg/ha de K ₂ O					
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa						
1	35	35	35	35	35	35
2	35	35	35	35	35	35
5	35	35	35	35	35	35
10	35	35	35	35	35	35
20	35	35	35	35	35	35

Tabela 42. Calagem para o algodão, em função dos teores de matéria orgânica e valores de pH revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Terra Roxa Estruturada					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
t/ha de calcário						
1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	0,0
10	2,0	1,5	0,0	2,0	1,5	0,0
20	2,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa						
1	2,5	2,0	2,0	3,0	2,5	2,5
2	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
5	2,5	2,5	2,0	1,0	2,5	2,5
10	1,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0
20	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0

Tabela 43. Calagem para o algodão, em função dos teores de matéria orgânica e cálcio + magnésio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	4. ^a	
	t/ha de calcário					
1	3,0	2,0	2,0	4,0	3,0	3,0
2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
5	3,0	3,0	2,0	1,5	3,0	3,0
10	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
20	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0

Tabela 44. Calagem para o algodão, em função dos teores de matéria orgânica e alumínio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	t/ha de calcário					
1	1,8	0,9	1,2	3,2	1,7	2,0
2	1,8	1,4	1,8	2,6	2,0	2,0
5	1,4	1,8	1,2	0,9	1,2	1,4
10	1,1	2,0	1,4	1,1	1,1	1,2
20	1,1	1,9	1,4	1,1	1,1	1,2

Tabela 45. Calagem para a cana-de-açúcar, em função dos teores de cálcio + magnésio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
t/ha de calcário						
1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
10	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
20	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Tabela 46. Calagem para a cana-de-açúcar, em função dos teores de alumínio revelados pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	t/ha de calcário					
1	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0
2	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0
5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
10	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
20	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Tabela 47. Calagem para o milho, em função dos teores de matéria orgânica e valores de pH obtidos na análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para a Terra Roxa Estruturada

Nº de amostras simples que for mam uma compos_ ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	t/ha de calcário					
1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 48. Calagem para o milho, em função dos teores de matéria orgânica e cálcio + magnésio obtidos na análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
t/ha de calcário						
1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
10	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Tabela 49. Calagem para o milho, em função do teor de alumínio revelado pela análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	R e p e t i ç õ e s					Média
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
t/ha de calcário						
1	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0
2	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0
5	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 50. Calagem para a cultura de milho, em função dos teores de matéria orgânica e valores de pH, obtidos na análise química de terra, para cinco procedimentos de amostragem, de acordo com o Boletim 209 do IAC, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma compos ta	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa					Média
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	t/ha de calcário					
1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
10	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
20	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Tabela 51. Calagem para as culturas do algodão, cana-de-açúcar e milho em função da elevação dos teores de Ca + Mg revelados pela análise química de terra para 2 e.mg/100 ml de terra, para cinco procedimentos de amostragem, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Nº de amostras simples que for mam uma composi- ta	Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa 2 e.mg Ca + Mg/100 ml (f = 1,5)					Média
	R e p e t i ç õ e s					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
	t/ha de calcário					
1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,6	2,6
2	2,2	2,4	2,7	2,6	2,6	2,6
5	2,6	2,4	2,7	1,8	2,6	2,4
10	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6
20	2,7	2,4	2,4	2,6	2,6	2,6

racterística analisada não sendo, portanto, a média das adubações apresentadas nas 5 repetições para cada tipo de amostra, constantes das Tabelas 36 a 51.

É interessante observar que, quando se considera a recomendação de adubação com base nos resultados químicos médios, não há variação alguma entre os 5 tipos de amostras, para as três culturas, indicando que a média de 5, 10, 25, 50 e 100 amostras coletadas levam à mesma recomendação de adubação, provavelmente devido a pouca variabilidade existente entre os resultados, conforme o obtido pela aplicação da Prova de Friedman.

Também, de acordo com as tabelas do BOLETIM nº 209 do IAC como normalmente ocorrem interações entre duas ou mais características químicas, pode ocorrer que uma repetição de uma característica que se encontre distante da média, apresentando um valor mais elevado, seja compensada pela respectiva repetição da outra característica, que pode apresentar um valor mais baixo e, dessa forma, a recomendação apresentar-se, de modo geral, constante.

A calagem calculada para a TE, adotando-se os critérios do Al e Ca + Mg, demonstrou que a mesma não é necessária.

Considerando-se a adubação potássica, pode-se verificar através das Tabelas 37, 39 e 41, que houve uma constância total para todas as repetições e médias na recomendação de adubação para todos os tipos de amostras, sendo de 50 e 60 kg de K_2O /ha para as culturas de algodão e cana-de-açúcar, não se recomendando adubação potássica para o milho na TE. Como os teores de potássio e matéria orgânica são bem superiores aos limites apresentados no BOLETIM 209 do IAC, em termos práticos, não se recomendaria adubação potássica para o algodão e cana-de-açúcar.

Com respeito à calagem, a mesma pode ser realizada com as finalidades de se elevar o pH, eliminação do alumínio tóxico e uma correção nos teores de cálcio e magnésio (CAMARGO, 1979). Assim, as recomendações de calagem são variáveis, conforme o fim a que se destinam.

Como a TE apresenta teores de matéria orgânica e cálcio + magnésio classificados como altos e o pH apresentando acidez média, a calagem não precisa ser recomendada. Entretanto, como no BOLETIM 209 do IAC, normalmente a recomendação de calagem é feita utilizando-se interações entre matéria orgânica x pH, matéria orgânica x cálcio + magnésio e matéria orgânica x alumínio ou com base somente no alumínio ocorre, às vezes, que uma repetição que tenha apresentado, por exemplo, um pH um pouco mais baixo possa ser enquadrada dentro das condições impostas pelas tabelas do BOLETIM 209 do IAC e, assim, ser recomendada a calagem, conforme pode ser observado através das Tabelas 42 e 47, correspondentes à calagem para o algodão e milho, em função dos teores de matéria orgânica e valores de pH obtidos na análise química. Agora, quando se consideram os resultados médios, verifica-se que nenhuma calagem é recomendada, não havendo variação alguma entre os 5 tipos de amostras estudadas, semelhantemente ao obtido para a adubação fosfatada e potássica.

Em relação ao LEa pode-se verificar, através das Tabelas 36, 38 e 40 referentes às culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho, que a recomendação de adubação fosfatada foi constante para todas as repetições e tipos de amostras, sendo de 80, 80 e 60 kg de P_2O_5 /ha para as três culturas. O mesmo ocorre quando se consideram os resultados médios.

Considerando-se a adubação potássica, pode-se verificar, pela observação das Tabelas 37, 39 e 41 que não houve variação na recomendação da adubação, considerando-se as repetições e tipos de amostras, correspondendo a 60, 100 e

35 kg de K_2O /ha, respectivamente, para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho, de maneira semelhante ao que ocorreu com a TE.

Quando se faz a comparação de recomendação de a dubação entre os dois solos (Tabelas 36 a 41), bastante diferentes nas fertilidades, verifica-se que a análise de terra apresenta sensibilidade para indicar recomendações diferentes. A única exceção foi a adubação fosfatada para a cana-de-açúcar.

No LEa, prevalecem teores de alumínio, classificados como médios e altos, e cálcio, classificados como baixos, bem como os vários valores de pH indicam acidez média e acidez elevada, conforme mostram as Tabelas 15, 16 e 17. A análise do magnésio revelou traços deste elemento, demonstrando a sua baixíssima quantidade no solo. Desta forma, um programa de calagem efetuado neste solo deverá ter por finalidades o aumento do pH do solo, diminuição do alumínio tóxico e a elevação dos teores de cálcio e magnésio.

Os resultados da recomendação de calagem para as três culturas em estudo, de acordo com o BOLETIM 209 do IAC, encontram-se nas Tabelas 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49 e 50.

Para o algodão observa-se, pelos dados da Tabela 42, que houve uma flutuação nas quantidades de calcário recomendadas, variando de 1,0 a 3,0 toneladas de calcário/ha, quando a calagem é feita com base nos teores de matéria orgânica e valores de pH. A mesma flutuação ocorreu quando se observam os dados das Tabelas 43 e 44, onde a recomendação da calagem é feita com base nos teores de matéria orgânica x calcio + magnésio e matéria orgânica x alumínio, respectivamente, diferente do que ocorreu com a adubação, indicando que a variabilidade dos resultados se reflete com bastante intensidade nas Tabelas de recomendação de calagem.

É interessante observar também que, quando se

consideram os resultados químicos médios correspondentes a 5, 10, 25, 50 e 100 amostras simples, há uma tendência de diminuição na recomendação de calagem, com as amostras simples apresentando valores mais elevados, em toneladas de calcário, e as compostas de 20 simples menores valores.

Já com a cana-de-açúcar, pode-se observar pelas Tabelas 45 e 46 que houve uma maior constância na recomendação de calagem em função dos teores de cálcio mais magnésio e alumínio, com os resultados médios sendo de 3,0 e 2,0 toneladas de calcário/ha para cada caso.

Com relação ao milho pode-se observar, pela Tabela 48 que, para todas as repetições e tipos de amostras, é recomendada 1,2 tonelada de calcário/ha, em função da matéria orgânica e cálcio mais magnésio. Se a recomendação de calagem for realizada com base nos teores de alumínio revelados pela análise (Tabela 49), observa-se novamente uma flutuação nas recomendações sendo que para, aproximadamente, 50% das repetições não se recomenda calagem e para as demais recomenda-se empregar 2 toneladas calcário/ha, o mesmo ocorrendo quando se consideram as recomendações com base nos resultados químicos médios, com exceção das amostras compostas de 5 e 20 simples. Entretanto, quando se procede à recomendação baseada na matéria orgânica e pH há uniformização da recomendação em 2,0 t/ha de calcário, indistintamente (Tabela 50).

O LEa apresenta acidez, teores de alumínio, cálcio e magnésio que indicam a necessidade de calagem. Como a recomendação de calagem varia conforme a finalidade desejada, pode-se, neste caso, indicar a recomendação que forneça os resultados mais elevados, ou seja, 3,0 toneladas de calcário/ha para as culturas de algodão e cana-de-açúcar e 2,0 toneladas de calcário/ha para o milho, desde que a calagem seja considerada como um investimento.

Em assim procedendo, pode-se pensar que, em gran de parte, o fator variabilidade dos resultados não estaria se refletindo com intensidade, quando se consideram as recomendações mais baixas de calcário.

A Tabela 51 apresenta, para as três culturas, as quantidades de calcário calculadas com base na elevação dos teores da Ca + Mg para 2 e.mg/100 ml de terra, considerando -se o LEa. A recomendação média é de 2,6 t/ha de calcário, com os valores obtidos nas várias repetições e tipos de amostras sendo bem próximos.

Para o algodão e cana-de-açúcar, verifica-se que os resultados são coerentes com os resultados médios obtidos através do BOLETIM 209 do IAC, com apenas alguns valores médios sendo mais distantes quando se considera a calagem para o algodão em função dos teores de matéria orgânica e alumínio.

Para o milho, verifica-se que quando a calagem é realizada em função dos teores de matéria orgânica e cálcio + magnésio (Tabela 48), obtêm-se recomendações bem mais baixas (1,2 t/ha de calcário) do que as obtidas pelo critério de elevação do Ca + Mg até 2,0 e.mg/100 ml de terra. Quando a calagem é feita em função do teor de alumínio (Tabela 49) ocorre uma discrepância de recomendação ora se recomendando 2,0 t/ha de calcário, ora a calagem não sendo necessária. Este comportamento parece indicar que a recomendação baseada neste parâmetro não seja eficiente. Já, com a recomendação baseada nos teores de matéria orgânica e pH (Tabela 50), ocorre uma constância de recomendação de 2,0 t/ha de calcário, aproximando-se dos valores apresentados na Tabela 51.

O critério baseado na elevação do teor de Ca + Mg apresenta boa precisão e, em geral, fornece resultados próximos àqueles obtidos por outros critérios e diferentes cultu - ras.

Em resumo, pode-se dizer que, em geral, para os dois solos não há variações pronunciadas na recomendação de adubação quando se consideram os resultados das análises químicas dos vários tipos de amostras e repetições, demonstrando que a maior variabilidade dos resultados quando se considera a coleta de apenas uma amostra simples não influencia uma alteração marcante na recomendação de adubação para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho, embora a análise química de terra apresente sensibilidade para recomendar diferentes a dubações para solos de fertilidade bastante diferente.

A variabilidade dos resultados se refletiu, em geral, com bastante intensidade nas tabelas de calagem do BOLETIM 209 do IAC, ao passo que este efeito foi bastante minimizado quando se considerou o critério de elevação dos teores de Ca + Mg para 2,0 e.mg/100 ml de terra.

4.2. Influência da embalagem, tempo de armazenamento e processo de secagem da amostra

Os resultados obtidos neste experimento para as variáveis matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo encontram-se nas Tabelas 52 a 58, para a TE e o LEa.

Um exame destas Tabelas fornece uma indicação so bre a variação dos resultados em função dos três fatores que podem influir no resultado da análise química, ou seja, a embalagem, o procedimento de secagem e o tempo de armazenamento, bem como verificar a influência dos solos.

As variáveis matéria orgânica, cálcio, magnésio e potássio praticamente não acusaram variações decorrentes dos três fatores estudados (Tabelas 52, 55, 56 e 57), tanto para a TE como para o LEa, demonstrando uma maior estabilidade des

Tabela 52. Valores de matéria orgânica obtidos de amostras de terra, em função de embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (média de 5 repetições)

Dias de armazenamento	Terra Roxa Estruturada			Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa		
	Tipo de embalagem			Tipo de embalagem		
	Caixa de papelão Saco polietileno			Caixa de papelão Saco polietileno		
	Secagem			Secagem		
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
1	3,6	3,5	3,5	2,0	2,0	2,0
2	3,5	3,7	3,6	2,0	2,0	1,9
4	3,6	3,3	3,7	1,8	1,8	1,8
8	3,3	3,4	3,6	1,9	1,9	1,9
16	3,6	3,6	3,6	2,1	2,0	1,9
32	3,7	3,6	3,6	2,1	2,1	2,0

Tabela 53. Valores de pH obtidos de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (mêdia de 5 repetições)

Dias de armazenamento	Terra Roxa Estruturada				Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa			
	Tipo de embalagem				Tipo de embalagem			
	Caixa de papelão Saco polietileno				Caixa de papelão Saco polietileno			
	Secagem				Secagem			
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
1	6,1	5,7	5,8	5,7	5,2	4,5	5,1	4,5
2	6,0	5,8	6,0	5,9	5,0	4,6	5,1	4,6
4	5,9	5,6	6,0	5,6	5,1	4,5	5,1	4,5
8	6,0	5,6	6,0	5,4	5,1	4,4	5,0	4,4
16	6,0	5,4	5,8	5,3	5,0	4,4	4,9	4,4
32	6,2	5,6	5,7	5,5	5,2	4,4	4,9	4,3

Tabela 54. Teores de alumínio trocável obtidos de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (média de 5 repetições)

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada			Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa		
	Tipo de embalagem			Tipo de embalagem		
	Caixa de papelão Saco polietileno			Caixa de papelão Saco polietileno		
	Secagem			Secagem		
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	e.mg/100 ml T.F.S.A.			e.mg/100 ml T.F.S.A.		
1	-	0,1	-	0,1	0,7	0,9
2	-	-	-	-	0,7	0,9
4	-	0,1	-	0,1	0,7	0,9
8	-	0,1	-	0,1	0,8	1,0
16	-	0,2	-	0,2	0,7	1,1
32	-	0,1	-	0,1	0,6	1,0

Tabela 55. Teores de cálcio obtidos de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (média de 5 repetições)

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada				Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa			
	Tipo de embalagem				Tipo de embalagem			
	Caixa de papelão Saco polietileno				Caixa de papelão Saco polietileno			
	Secagem				Secagem			
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	e.mg/100 ml T.F.S.A.				e.mg/100 ml T.F.S.A.			
1	5,6	5,6	5,1	5,4	0,5	0,3	0,5	0,2
2	5,2	5,6	5,7	5,6	0,2	0,2	0,4	0,2
4	5,3	5,4	5,4	5,7	0,4	0,3	0,5	0,3
8	5,3	5,2	5,8	5,2	0,5	0,4	0,4	0,3
16	5,3	5,4	5,3	5,4	0,3	0,2	0,4	0,3
32	5,3	5,7	5,1	5,9	0,4	0,3	0,3	0,3

Tabela 56. Teores de magnésio obtidos de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (média de 5 repetições)

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada				Latossol Vermelho Escuro -fase arenosa			
	Tipo de embalagem				Tipo de embalagem			
	Caixa de papelão Saco polietileno				Caixa de papelão Saco polietileno			
	Secagem				Secagem			
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	e.mg/100 ml T.F.S.A.				e.mg/100 ml T.F.S.A.			
1	1,6	1,5	1,5	1,5	0,2	0,1	0,1	0,1
2	1,5	1,5	1,8	1,6	0,1	0,1	0,1	0,1
4	1,6	1,6	1,7	1,7	0,1	0,1	0,1	0,1
8	1,6	1,4	1,8	1,5	0,1	0,0	0,1	0,1
16	1,6	1,6	1,6	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1
32	1,6	1,7	1,5	1,7	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabela 57. Teores de potássio solúvel, obtidos de amostras de terra, em função de embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (média de 5 repetições)

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada			Latossol Vermelho Escuro -fase arenosa		
	Tipo de embalagem			Tipo de embalagem		
	Caixa de papelão			Caixa de papelão		
	Saco polietileno			Saco polietileno		
	Secagem			Secagem		
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	ppm de K			ppm de K		
1	158	154	155	151	17	20
2	149	158	163	163	16	19
4	156	158	162	163	16	20
8	158	158	160	153	16	20
16	166	158	166	156	22	19
32	160	170	156	166	21	21

Tabela 58. Teores de fósforo solúvel em ácido sulfúrico 0,05 N, obtidos de amostras de terra, em função da embalagem, procedimento de secagem e tempo de armazenamento, para dois tipos de solos (média de 5 repetições)

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada			Latossol Vermelho Escuro -fase arenosa				
	Tipo de embalagem			Tipo de embalagem				
	Caixa de papelão Saco polietileno			Caixa de papelão Saco polietileno				
	Secagem			Secagem				
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	ppm de P			ppm de P				
1	5,3	6,8	6,2	7,0	1,9	2,4	1,8	2,8
2	5,6	6,7	5,8	5,9	1,5	2,3	1,6	2,4
4	6,4	7,1	5,6	6,9	1,4	2,6	1,3	2,7
8	5,9	7,1	5,3	7,8	1,5	2,7	1,5	2,8
16	5,7	8,2	5,8	8,8	1,6	3,3	1,4	3,5
32	6,1	7,7	6,1	7,2	1,6	3,3	1,5	3,2

tas características químicas. Mesmo com a TE apresentando 21% de umidade e o LEa 9% de umidade quando as amostras foram embaladas, tal diferença de umidade também não provocou alterações naquelas características.

Para o potássio, a literatura mostra resultados antagônicos quanto à influência da secagem e armazenamento no teor do elemento em amostras de solo (JAIYEBO, 1968; PISKULA, 1971, GUPTA e RORISON, 1974, PEVERILL *et alii*, 1975; MOLLOY e LOCKMAN, 1979).

No presente experimento a pouca variação do potássio pode ser devida às baixas quantidades de vermiculita e minerais micáceos existentes nos solos estudados, o que não permitiria fixação nem liberação do potássio por estes minerais, conforme explica JAIYEBO (1968).

Para cálcio e magnésio, MOLLOY e LOCKMAN (1979) encontraram uma pequena variação, sendo que no presente trabalho verificou-se uma grande estabilidade destes elementos nos dois solos.

Para a variável pH, os dados da Tabela 53 indicaram uma influência do processo de secagem sobre os resultados, visto que para a TE as amostras secas ao ar forneceram sempre valores de pH mais elevados que as amostras secas em estufa a 60°C, sendo tal diferença em torno de 0,4 e 0,3 unidade de pH, quando se consideram as amostras embaladas em caixa de papelão e saco de polietileno, respectivamente.

A mesma influência ocorreu para o LEa, com as amostras secas ao ar apresentando uma diferença em torno de 0,6 unidade de pH maior que as amostras secas em estufa, independente da embalagem e tempo de análise após a amostra ser coletada. Neste caso, esta diferença foi suficiente para caracterizar, segundo CATANI e JACINTHO (1974), este solo em

duas classes de acidez, ou seja, apresentando acidez elevada para as amostras secas em estufa e acidez média para as amostras secas ao ar.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por LIEROP e MACKENZIE (1977) que encontraram valores médios de pH correspondentes a 5,0 e 4,5 para amostras de solos com umidade natural e secas em estufa a 110°C , respectivamente. Os baixos valores obtidos para os solos secos foram atribuídos a "um significativo aumento de peso das amostras secas a 110°C ". Entretanto, os resultados obtidos no presente experimento vêm demonstrar não ser esta uma explicação plausível, pois os solos foram analisados depois de secos e, desta forma, continuam a mesma quantidade de matéria em termos de peso seco.

Cabe ainda notar que neste solo, para as amostras secas em estufa, parece haver uma tendência de diminuição nos valores de pH para as amostras armazenadas por 8 ou mais dias. Como essas variações foram semelhantes para os dois solos, isso implica que a influência dos procedimentos de secagem independem do solo.

Com relação ao alumínio pode-se verificar, através da Tabela 54, que, ao contrário do pH, os resultados mais elevados foram obtidos quando a amostra foi seca em estufa. É interessante observar que esta variação para o alumínio está em estreita relação com a variação do pH, com um efeito mais pronunciado nas amostras provenientes do LEa.

Os resultados referentes ao fósforo podem ser observados na Tabela 58. Os dados apresentados demonstram a pouca influência da embalagem, porém, evidenciam a influência do procedimento de secagem e tempo após a amostra ser coletada. Assim, verificou-se que, para os dois solos considerados, as amostras secas em estufa a 60°C apresentam teores mais elevados de fósforo em relação às amostras secas ao ar. Com re-

lação ao tempo de armazenamento não se notou a sua influência nas amostras secas ao ar, todavia, nas amostras secas em estufa há uma tendência de aumento nos teores de fósforo conforme se aumentam os dias de armazenamento das mesmas. Os teores máximos de fósforo são obtidos com 16 dias de armazenamento - das amostras, sendo que aos 32 dias parece haver o início de um declínio.

Para as amostras secas em estufa, aos 16 dias, o teor de fósforo atingiu valor suficiente para mudar a sua classe de interpretação, para a TE, bem como corresponderam aos menores valores de pH.

Os resultados obtidos para o fósforo concordam com o encontrado por PISKULA (1971) que mostrou a influência da secagem proporcionando um aumento na disponibilidade do elemento, porém, não constatou efeito do armazenamento após 3 a 5 meses.

O trabalho de GUPTA e RORISON (1974) mostrou que o armazenamento foi um fator que influenciou no teor de fósforo, com um aumento significativo sobre a disponibilidade do elemento para amostras armazenadas, semelhante ao obtido no presente trabalho com as amostras secas em estufa a 60°C, até aos 16 dias de armazenamento, e confirmando o trabalho de MOLLOY e LOCKMAN (1979), onde os autores demonstraram que a temperatura afeta o teor de fósforo.

4.2.1. Análise de agrupamento visando determinar a influência dos fatores nos resultados analíticos

O estudo da influência dos três fatores estudados, ou sejam, embalagem, tempo de envio e secagem foi feito aplicando-se aos resultados a análise de agrupamento segundo SNEATH e

SOKAL (1973), para cada um dos tipos de solos.

As combinações possíveis entre os fatores resultaram em 24 unidades taxonômicas operacionais (OTU), sendo cada OTU denominada de Grupo, representado pela letra G, estando as mesmas apresentadas na Tabela 59.

O resultado da análise de agrupamento forneceu 2 gráficos (Figuras 18 e 19) sequenciais hierárquicos, denominados fenogramas. Através destes fenogramas pode-se estabelecer, dentre os fatores estudados, aqueles que exercem maior influência na análise química.

Adotando-se um particular nível de similaridade (distância) estabelecem-se agrupamentos homogêneos, representados por algarismos romanos, que vão diferenciar grupos isolados ou conjuntos de grupos de conformidade com o nível de similaridade adotado.

Dos grupos pertencentes a um determinado agrupamento homogêneo, pode-se isolar o fator ou fatores comuns e após serem isolados os fatores comuns de todos os agrupamentos, estabelecer-se aquele que mais influência tem para a determinação do agrupamento.

Para a TE, considerando-se o nível hierárquico $d = 0,98$, são estabelecidos 6 agrupamentos, cada qual formado por um determinado número de grupos.

Assim, pela Figura 18, pode-se verificar que o agrupamento I é constituído pelos grupos G_1 , G_9 , G_{21} , G_{16} , G_{17} , G_{11} e G_4 , o agrupamento II pelos grupos G_{15} e G_{19} , o agrupamento III pelos grupos G_2 , G_{14} , G_6 , G_8 e G_{20} , o agrupamento IV pelos grupos G_3 , G_5 , G_{13} , G_{23} e G_7 , o agrupamento V pelos grupos G_{10} e G_{22} e o agrupamento VI pelos grupos G_{12} , G_{18} e G_{24} .

Agora pode-se estabelecer o fator ou fatores co

Tabela 59. Esquema experimental utilizado para a definição das unidades (OTU's) para a análise de agrupamento

* E₁ = embalagem em caixa de papelão

E₂ = embalagem em saco de polietileno

T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ e T₆ = armazenamento por 1, 2, 4, 8, 16 e 32 dias, respectivamente

S₁ = secagem ao ar

S₂ = secagem em estufa a 60°C

G₁ e sucessivos = grupo 1, grupo 2, grupo 3 ...

Figura 18. Fenograma obtido pelo método U.A.L., usando a distância como medida de semelhança, mostrando o interrelacionamento dos diversos OTU's (grupos) obtidos pela combinação dos fatores embalagem, secagem e armazenamento para uma Terra Roxa Estruturada

Coefficiente de correlação cofenética = 0,99

Figura 19. Fenograma obtido pelo método U.A.L., usando a distância como medida de semelhança, mostrando o interrelacionamento dos diversos OTU's (grupos) obtidos pela combinação dos fatores embalagem, secagem e armazenamento para um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Coefficiente de correlação cofenética = 0,92

muns a cada agrupamento, utilizando-se a Tabela 59 para identificar os três fatores que compõe cada grupo.

Considere-se o agrupamento III como exemplo. O mesmo é formado pelos grupos G_2 , G_{14} , G_6 , G_8 e G_{20} . Pela Tabela 59 verifica-se que:

G_2	————	E_1	T_1	S_2
G_{14}	————	E_2	T_1	S_2
G_6	————	E_1	T_3	S_2
G_8	————	E_1	T_4	S_2
G_{20}	————	E_2	T_4	S_2

sendo o fator comum a todos os grupos S_2 , ou seja, secagem em estufa, que mais influencia o resultado da análise química.

Procedendo-se da mesma forma para os outros grupos verifica-se que para o agrupamento I o fator comum é S_1 , para o II os fatores comuns são E_2 e S_1 , para o IV o fator comum é S_1 , para o V os fatores comuns são T_2 S_2 e para o VI é S_2 .

Pode-se observar que o fator secagem é o elemento comum dentro dos agrupamentos, podendo-se concluir que a secagem é o que mais influencia os resultados analíticos das sete variáveis estudadas, isto é, matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo, para a Terra Roxa Estruturada.

Considerando o LEa verifica-se que, adotando-se o nível hierárquico $d = 0,92$, também são estabelecidos 6 agrupamentos (Figura 19), sendo que 3 deles (I, III e V) apresentam comportamento individualizado, isto é, são formados por um único grupo. Os agrupamentos II, IV e VI, formados por vários grupos, apresentam como fatores comuns S_2 , S_1 e S_1 , res

pectivamente.

Assim, da mesma forma que para a TE, o fator secagem é o elemento comum dentro dos agrupamentos, sendo, portanto, a secagem o fator que mais influencia os resultados analíticos para o LEa.

Pode-se dizer que, para os dois solos considerados, o processo de secagem da amostra reveste-se de importância no procedimento analítico para amostras de terra, em relação ao pH e fósforo. Entretanto, cabe verificar a influência destas variações nas recomendações de adubação.

4.2.2. Adubação em função dos resultados obtidos em relação aos fatores secagem e tempo de armazenamento de amostras de terra

Com base na análise química, fizeram-se as recomendações de adubação para as culturas de algodão, cana-de-açúçar e milho, para os dois solos estudados, através das tabelas de adubação do BOLETIM Nº 209, IAC (1977). Os resulta-dos encontram-se apresentados nas Tabelas 60, 61 e 62.

Por um exame destas tabelas verifica-se que há algumas diferenças na recomendação de adubação procovadas principalmente pelo processo de secagem nos valores de pH e teores de fósforo, como também pelo tempo de armazenamento em relação ao fósforo, quando se considera o solo de boa fertilidade, ou seja, a Terra Roxa Estruturada. Para o algodão e a cana-de-açúcar, todavia, estas variações foram pequenas, ao passo que para o milho, para os teores mais elevados de fósforo e de menores pH, ou seja, 16 dias de armazenamento da amostra, as recomendações alteram-se substancialmente.

Já com o Latossol Vermelho Escuro - fase areno-

Tabela 60. Adubação fosfatada para o algodão, em função dos valores de pH e teores de fósforo revelados pela análise química de terra, de acordo com o BOLETIM Nº 209 do IAC, em relação aos fatores embalagem, secagem e tempo de armazenamento, para uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Escuro fase arenosa

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada				Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa			
	Tipo de embalagem				Tipo de embalagem			
	Caixa de papelão Saco polietileno				Caixa de papelão Saco polietileno			
	Secagem				Secagem			
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	kg/ha P_2O_5				kg/ha P_2O_5			
1	50	60	60	60	80	80	80	80
2	60	60	60	60	80	80	80	80
4	60	60	60	60	80	80	80	80
8	60	60	60	70	80	80	80	80
16	60	60	60	60	80	80	80	80
32	50	60	60	60	80	80	80	80

Tabela 61. Adubação fosfatada para a cana-de-açúcar, em função dos teores de fósforo e potássio revelados pela análise química de terra, de acordo com o Bole-
tim nº 209 do IAC, em relação aos fatores embalagem, secagem e tempo de
armazenamento, para uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Es-
curo - fase arenosa

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada				Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa			
	Tipo de embalagem				Tipo de embalagem			
	Caixa de papelão Saco polietileno				Caixa de papelão Saco polietileno			
	Secagem				Secagem			
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	kg/ha P ₂ O ₅				kg/ha P ₂ O ₅			
1	80	80	80	80	100	100	100	100
2	80	80	80	80	100	100	100	100
4	80	80	80	80	100	100	100	100
8	80	80	80	80	100	100	100	100
16	80	65	80	65	100	100	100	100
32	80	80	80	100	100	100	100	100

Tabela 62. Adubação fosfatada para o milho, em função dos valores de pH e teores de matéria orgânica e fósforo revelados pela análise química de terra, de acordo com o Boletim nº 209 do IAC, em relação aos fatores embalagem, secagem e tempo de armazenamento, para uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Dias de armaze- namento	Terra Roxa Estruturada				Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa			
	Tipo de embalagem				Tipo de embalagem			
	Caixa de papelão Saco polietileno				Caixa de papelão Saco polietileno			
	Secagem				Secagem			
	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa	ar	estufa
	kg/ha P ₂ O ₅				kg/ha P ₂ O ₅			
1	20	20	20	20	60	60	60	60
2	20	20	20	20	60	60	60	60
4	20	20	20	20	60	60	60	60
8	20	20	20	50	60	60	60	60
16	20	50	20	50	60	60	60	60
32	20	20	20	20	60	60	60	60

sa, um solo de baixa fertilidade, embora ocorram diferenças nos resultados analíticos, as mesmas não se fazem sentir nas recomendações, que se apresentaram constantes para cada cultura.

4.3. Programa interlaboratorial

Os resultados obtidos para as diversas variáveis estudadas e repetições, para os 13 laboratórios que participaram deste programa, encontram-se apresentados nas Tabelas 63 a 70 para a TE e 71 a 78 para o LEa.

Pode-se verificar, através destas tabelas, que o laboratório 07 não faz a determinação de matéria orgânica, enquanto que os laboratórios 04, 05, 06 e 07 fazem a determinação de cálcio e magnésio conjuntamente, com os demais laboratórios procedendo a determinação destes elementos separadamente.

4.3.1. Influência dos laboratórios nos teores dos elementos e valores de pH revelados pela análise química

Para este estudo, distribuíram-se entre os laboratórios participantes do programa, amostras de terra consideradas homogêneas em sua composição, devido à maneira com que as mesmas foram preparadas.

Um exame nos resultados analíticos médios das Tabelas 63 a 78 mostra a variabilidade de resultados entre os 13 laboratórios, para a maioria das características estudadas.

Para verificar a influência da variabilidade dos

Tabela 63. Resultados da análise química de matéria orgânica, realizada por 12 laboratórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Labora- tórios	% de matéria orgânica					ΣR. j
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	Repetições 4. ^a	5. ^a	Média $\bar{x}$
01	3,5 (9)	3,3 (9)	3,5 (9)	3,3 (9)	3,5 (9)	3,4 (45)
02	2,6 (6,5)	2,9 (8)	3,0 (7,5)	3,0 (8)	3,0 (8)	2,9 (38)
03	1,5 (1)	1,5 (1)	1,6 (1)	1,5 (1)	1,5 (1)	1,5 (5)
04	3,0 (8)	2,6 (6)	3,0 (7,5)	2,8 (7)	2,2 (5,5)	2,7 (34)
05	2,6 (6,5)	2,7 (7)	2,6 (6)	2,5 (5,5)	2,7 (7)	2,6 (32)
06	4,2 (10)	4,2 (10)	4,2 (10)	4,2 (10)	4,2 (10)	2,6 (50)
07	-	-	-	-	-	-
08	4,6 (11,5)	5,5 (12)	5,8 (12)	5,8 (12)	5,0 (12)	5,3 (59,5)
09	2,5 (5)	2,5 (5)	2,0 (2)	2,5 (5,5)	2,0 (2,5)	2,3 (20)
10	4,6 (11,5)	4,6 (11)	4,3 (11)	4,5 (11)	4,6 (11)	4,5 (55,5)
11	2,3 (3,5)	2,2 (3)	2,2 (4,5)	2,1 (3)	2,1 (4)	2,2 (18)
12	2,3 (3,5)	2,2 (3)	2,2 (4,5)	2,2 (4)	2,2 (5,5)	2,2 (20,5)
13	2,2 (2)	2,2 (3)	2,1 (3)	2,0 (2)	2,0 (2,5)	2,1 (12,5)

Tabela 64. Resultados da análise química de pH, realizada por 13 laboratórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Labora- tórios	Valores de pH					ΣR_j
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Média $\bar{x}$
01	5,4 (9,5)	5,4 (9,5)	5,5 (10)	5,4 (8,5)	5,4 (8,5)	5,4 (46)
02	5,2 (3,5)	5,2 (4)	5,2 (3,5)	5,2 (3,5)	5,2 (3,5)	5,2 (18)
03	5,6 (11)	5,7 (11,5)	5,6 (11,5)	5,6 (11)	5,6 (11,5)	5,6 (56,5)
04	5,3 (6,5)	5,3 (7)	5,3 (6,5)	5,3 (5,5)	5,4 (8,5)	5,3 (34)
05	5,4 (9,5)	5,2 (4)	5,3 (6,5)	5,4 (8,5)	5,4 (8,5)	5,3 (37)
06	5,3 (6,5)	5,3 (7)	5,3 (6,5)	5,3 (5,5)	5,3 (5,5)	5,3 (31)
07	5,3 (6,5)	5,3 (7)	5,3 (6,5)	5,4 (8,5)	5,3 (5,5)	5,3 (34)
08	5,3 (6,5)	5,4 (9,5)	5,4 (9)	5,4 (8,5)	5,4 (8,5)	5,4 (42)
09	5,1 (2)	5,1 (2)	5,1 (2)	5,0 (2)	5,1 (2)	5,1 (10)
10	5,7 (12)	5,7 (11,5)	5,6 (11,5)	5,7 (12)	5,6 (11,5)	5,8 (58,5)
11	5,2 (3,5)	5,2 (4)	5,2 (3,5)	5,2 (3,5)	5,2 (3,5)	5,2 (18)
12	4,9 (1)	4,9 (1)	4,9 (1)	4,9 (1)	4,9 (1)	4,9 (5)
13	6,0 (13)	5,9 (13)	6,0 (13)	6,0 (13)	5,9 (13)	6,0 (65)

Tabela 65. Resultados da análise química de alumínio trocável realizada por 13 labora-
tórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Labora- tórios	Al ³⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)						ΣR_j
	1ª	2ª	3ª	Repetições		Média $\bar{x}$	
				4ª	5ª		
01	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6)	0,2 (6,5)	0,2	(32)
02	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,1 (3)	0,2	(21)
03	0,1 (2,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6)	0,2 (6,5)	0,2	(28)
04	0,3 (10,5)	0,3 (11)	0,3 (11)	0,3 (10)	0,3 (10,5)	0,3	(53)
05	0,2 (6,5)	0,1 (2,5)	0,2 (6,5)	0,1 (2,5)	0,1 (3)	0,1	(21)
06	tr. (1)	tr. (1)	tr. (1)	tr. (1)	tr. (1)	tr.	(5)
07	0,3 (10,5)	0,3 (11)	0,3 (11)	0,3 (10)	0,3 (10,5)	0,3	(53)
08	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6)	0,2 (6,5)	0,2	(32)
09	0,4 (12,5)	0,3 (11)	0,3 (11)	0,4 (12)	0,3 (10,5)	0,3	(57)
10	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,2 (6)	0,1 (3)	0,1	(16,5)
11	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6)	0,2 (6,5)	0,2	(32)
12	0,4 (12,5)	0,4 (13)	0,4 (13)	0,5 (13)	0,4 (13)	0,4	(64,5)
13	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,3 (10)	0,3 (10,5)	0,2	(40)

Tabela 66. Resultados da análise química de cálcio trocável realizada por 9 laborat^orios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Laborat ^o rios	Ca ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR _j
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	Média $\bar{x}$
	Repetições					
01	4,6 (2)	4,5 (4)	4,5 (3)	4,5 (2)	4,6 (2)	4,5 (13)
02	4,8 (4,5)	4,3 (2)	4,4 (2)	6,0 (9)	4,8 (3,5)	4,9 (21)
03	5,1 (6)	4,4 (3)	4,8 (4,5)	4,6 (3,5)	4,8 (3,5)	4,7 (20,5)
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-
08	5,4 (7,5)	4,9 (6)	5,4 (7)	5,6 (7,5)	5,3 (7)	5,3 (35)
09	4,8 (4,5)	5,0 (7)	5,0 (6)	4,6 (3,5)	5,0 (5,5)	4,9 (26,5)
10	4,7 (3)	4,8 (5)	4,8 (4,5)	5,0 (5)	5,0 (5,5)	4,9 (23)
11	5,4 (7,5)	5,2 (8)	5,6 (8)	5,2 (6)	5,8 (9)	5,4 (38,5)
12	4,0 (1)	4,0 (1)	4,0 (1)	4,0 (1)	4,1 (1)	4,0 (5)
13	5,6 (9)	5,7 (9)	5,8 (9)	5,6 (7,5)	5,7 (8)	5,7 (42,5)

Tabela 67. Resultados da análise química de magnésio trocável realizada por 9 laboratórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Laboratórios	Mg ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR _j
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Média $\bar{x}$
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
01	1,5 (4)	1,5 (3)	1,6 (6,5)	1,6 (4,5)	1,5 (4,5)	1,5 (22,5)
02	1,5 (4)	1,3 (1,5)	1,4 (4)	1,5 (3)	1,5 (4,5)	1,4 (17)
03	1,0 (1)	1,7 (5,5)	1,2 (1,5)	1,7 (6,5)	1,3 (1)	1,4 (15,5)
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-
08	3,2 (9)	3,5 (9)	3,2 (9)	3,0 (9)	2,6 (9)	3,1 (45)
09	1,5 (4)	1,6 (4)	1,2 (1,5)	1,4 (2)	1,4 (2,5)	1,4 (14)
10	1,7 (6,5)	1,8 (7)	1,6 (6,5)	1,7 (6,5)	1,6 (6)	1,7 (32,5)
11	1,7 (6,5)	1,7 (5,5)	1,5 (5)	1,6 (4,5)	1,8 (7)	1,7 (28,5)
12	1,3 (2)	1,3 (1,5)	1,3 (3)	1,3 (1)	1,4 (2,5)	1,3 (10)
13	2,0 (8)	2,1 (8)	2,1 (8)	2,0 (8)	2,0 (8)	3,0 (40)

Tabela 68. Resultados da análise química de cálcio + magnésio trocável realizada por 13 laboratórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Labora tórios	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR, j
	1ª	2ª	Repetições			Média x̄
			3ª	4ª	5ª	
01	6,1 (2,5)	6,0 (3)	6,1 (5)	6,1 (3,5)	6,1 (3)	6,1 (17)
02	6,3 (5,5)	5,6 (2)	5,8 (2,5)	7,5 (10)	6,3 (5,5)	6,3 (25,5)
03	6,1 (2,5)	5,1 (4)	6,0 (4)	6,3 (6)	6,1 (3)	6,1 (19,5)
04	6,2 (4)	6,2 (5)	5,8 (2,5)	6,2 (5)	6,1 (3)	6,1 (19,5)
05	7,1 (8,5)	7,0 (9)	6,2 (6,5)	6,1 (3,5)	6,3 (5,5)	6,5 (33)
06	8,6 (12,5)	8,5 (13)	8,5 (12)	8,7 (13)	8,6 (13)	8,6 (63,5)
07	7,4 (10)	7,4 (10)	7,3 (10)	7,2 (9)	7,4 (9)	7,3 (48)
08	8,6 (12,5)	8,4 (12)	8,6 (13)	8,6 (12)	7,9 (12)	8,4 (61,5)
09	6,3 (5,5)	6,6 (6,5)	6,2 (6,5)	6,0 (2)	5,4 (7)	6,3 (27,5)
10	6,4 (7)	6,6 (6,5)	6,4 (8)	6,7 (7)	6,6 (8)	6,5 (36,5)
11	7,1 (8,5)	6,9 (8)	7,1 (9)	6,8 (8)	7,6 (10)	7,1 (43,5)
12	5,3 (1)	5,3 (1)	5,3 (1)	5,3 (1)	5,5 (1)	5,3 (5)
13	7,6 (11)	7,8 (11)	7,9 (11)	7,6 (11)	7,7 (11)	7,7 (55)

Tabela 69. Resultados da análise química de potássio trocável realizada por 13 labora-
tórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Labora- tórios	K (mg/ml T.F.S.A.)					ΣR_j
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
Média $\bar{x}$						
01	128 (6)	124 (6)	132 (7)	112 (3)	124 (6)	124 (28)
02	133 (7)	136 (7,5)	125 (6)	144 (11)	140 (9)	136 (40,5)
03	100 (2)	100 (1)	107 (3)	113 (4)	107 (3)	105 (13)
04	146 (11)	146 (11)	146 (11)	140 (9,5)	142 (10)	144 (52,5)
05	98 (1)	121 (5)	101 (1)	98 (1)	86 (1)	101 (9)
06	136 (8)	140 (9)	133 (8)	130 (7)	133 (7)	134 (39)
07	102 (3)	102 (2)	102 (2)	102 (2)	105 (2)	103 (11)
08	150 (12)	152 (12)	155 (12)	146 (12)	154 (12)	151 (60)
09	144 (10)	144 (10)	140 (10)	140 (9,5)	144 (11)	142 (50,5)
10	114 (4)	116 (4)	118 (5)	120 (6)	116 (5)	117 (24)
11	156 (13)	156 (13)	156 (13)	156 (13)	162 (13)	157 (65)
12	115 (5)	114 (3)	115 (4)	114 (5)	110 (4)	114 (21)
13	140 (9)	136 (7,5)	136 (9)	133 (8)	136 (8)	136 (41,5)

Tabela 70. Resultados da análise química de fósforo sofrível realizada por 13 laboratórios, referentes a amostras homogêneas de uma Terra Roxa Estruturada

Labora- tórios	P (µg/ml T.F.S.A.)					ΣR _j
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Média x̄
01	13 (9)	11 (7,5)	13 (9,5)	14 (10)	13 (10)	13 (46)
02	9 (5)	7 (4)	7 (4)	6 (4)	9 (5,5)	8 (22,5)
03	22 (13)	24 (13)	23 (13)	23 (13)	23 (13)	23 (65)
04	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (5)
05	4 (2,5)	6 (3)	4 (2,5)	5 (3)	4 (2,5)	5 (13,5)
06	11 (7,5)	11 (7,5)	10 (6)	11 (7,5)	11 (7)	11 (35,5)
07	11 (7,5)	12 (9,5)	11 (8)	11 (7,5)	12 (8,5)	11 (41)
08	10 (6)	9 (6)	10 (6)	9 (5)	7 (4)	9 (30)
09	17 (11)	17 (11)	17 (11)	17 (11)	20 (12)	18 (56)
10	4 (2,5)	4 (2)	4 (2,5)	3 (2)	4 (2,5)	4 (12,5)
11	8 (4)	8 (5)	10 (6)	10 (6)	9 (5,5)	9 (26,5)
12	18 (12)	18 (12)	19 (12)	18 (12)	18 (11)	18 (59)
13	14 (10)	12 (9,5)	13 (9,5)	13 (9)	12 (8,5)	13 (47,5)

Tabela 71. Resultados da análise química de matéria orgânica, realizada por 12 laborató-
tórios, referentes a amostras homogêneas de um Latossol Vermelho Escuro -fa-
se arenosa

Labora- tórios	% de matéria orgânica					ΣR_j
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
					Média $\bar{x}$	
01	2,1 (9)	2,0 (9)	2,0 (9)	2,0 (10)	2,1 (9)	2,0 (46)
02	1,6 (7,5)	1,7 (7)	1,4 (5)	1,6 (6,5)	1,8 (8)	1,6 (34)
03	0,8 (1,5)	0,7 (1)	0,6 (1)	0,7 (1)	0,8 (1)	2,0 (5,5)
04	1,6 (7,5)	1,8 (8)	1,8 (8)	1,8 (8)	1,6 (6)	1,7 (37,5)
05	1,3 (6)	1,6 (6)	1,7 (7)	1,6 (6,5)	1,7 (7)	1,6 (32,5)
06	2,5 (11,5)	2,4 (12)	2,5 (11,5)	2,5 (11)	2,4 (11)	2,5 (57)
07	-	-	-	-	-	-
08	2,5 (11,5)	2,3 (11)	2,5 (11,5)	3,0 (12)	2,5 (12)	2,6 (58)
09	1,0 (3)	1,0 (2,5)	1,5 (6)	1,0 (3)	1,0 (3)	1,1 (17,5)
10	2,3 (10)	2,2 (10)	2,3 (10)	1,9 (9)	2,2 (10)	2,2 (49)
11	1,1 (4)	1,3 (4,5)	1,0 (3)	1,1 (4)	1,1 (4)	1,1 (19,5)
12	0,8 (1,5)	1,0 (2,5)	0,8 (2)	0,9 (2)	0,9 (2)	0,9 (10)
13	1,2 (5)	1,3 (4,5)	1,2 (4)	1,2 (5)	1,2 (5)	1,2 (23,5)

Tabela 72. Resultados da análise química de pH, realizada por 13 laboratórios referentes a amostras homogêneas de um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Labora- tórios	Valores de pH					ΣR_j
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
					Média $\bar{x}$	
01	5,0 (8,5)	4,9 (9)	5,0 (9,5)	4,9 (9)	4,9 (7,5)	4,9 (43,5)
02	4,8 (4,5)	4,8 (6)	4,8 (5)	4,8 (5,5)	4,8 (4,5)	4,8 (25,5)
03	5,1 (10)	5,0 (10)	5,0 (9,5)	5,4 (12)	5,2 (10,5)	5,1 (52)
04	4,7 (2)	4,7 (2,5)	4,8 (5)	4,8 (5,5)	4,7 (2,5)	4,7 (17,5)
05	5,0 (8,5)	4,8 (6)	4,7 (2)	4,8 (5,5)	4,9 (7,5)	4,8 (29,5)
06	5,2 (11)	5,2 (11,5)	5,2 (11,5)	5,1 (10)	5,3 (12)	5,2 (56)
07	4,8 (4,5)	4,8 (6)	4,8 (5)	4,8 (5,5)	4,8 (4,5)	4,8 (25,5)
08	4,8 (4,5)	4,8 (6)	4,9 (8)	4,8 (5,5)	4,9 (7,5)	4,8 (31,5)
09	4,8 (4,5)	4,8 (6)	4,8 (5)	4,8 (5,5)	4,9 (7,5)	4,8 (28,5)
10	5,3 (12)	5,2 (11,5)	5,2 (11,5)	5,2 (11)	5,2 (10,5)	5,2 (56,5)
11	4,9 (7)	4,7 (2,5)	4,8 (5)	4,7 (2)	4,7 (2,5)	4,8 (19)
12	4,5 (1)	4,4 (1)	4,5 (1)	4,4 (1)	4,4 (1)	4,4 (5)
13	5,9 (13)	5,6 (13)	5,5 (13)	5,5 (13)	5,5 (13)	5,6 (65)

Tabela 73. Resultados da análise química de alumínio trocável realizada por 13 labora-
tórios referentes a amostras homogêneas de um Latossol Vermelho Escuro - fa-
se arenosa.

Labora- tórios	Al ³⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR_j
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Média $\bar{x}$
	Repetições					
01	0,6 (4,5)	0,6 (4,5)	0,6 (4)	0,5 (2,5)	0,6 (4)	0,6 (17,5)
02	0,8 (10,5)	0,8 (10)	0,8 (10)	0,8 (10)	0,9 (11)	0,8 (51,5)
03	0,6 (4,5)	0,5 (2,5)	0,5 (2)	0,5 (2,5)	0,7 (7)	0,6 (18,5)
04	1,1 (13)	0,8 (10)	0,9 (12)	0,9 (12,5)	0,9 (11)	0,9 (58,5)
05	0,4 (1)	0,4 (1)	0,5 (2)	0,6 (5,5)	0,5 (2)	0,5 (11,5)
06	0,7 (8)	0,7 (7)	0,7 (6,5)	0,7 (7,5)	0,7 (7)	0,7 (36)
07	0,7 (8)	0,7 (7)	0,7 (6,5)	0,7 (7,5)	0,7 (7)	0,7 (36)
08	0,7 (8)	0,7 (7)	0,7 (6,5)	0,8 (10)	0,7 (7)	0,7 (38,5)
09	0,5 (2)	0,5 (2,5)	0,5 (2)	0,5 (2,5)	0,5 (2)	0,5 (11)
10	0,6 (4,5)	0,6 (4,5)	0,7 (6,5)	0,5 (2,5)	0,5 (2)	0,6 (20)
11	0,6 (4,5)	0,8 (10)	0,8 (10)	0,6 (5,5)	0,7 (7)	0,7 (37)
12	0,9 (12)	1,0 (13)	1,0 (13)	0,9 (12,5)	0,9 (11)	0,9 (61,5)
13	0,8 (10,5)	0,9 (12)	0,8 (10)	0,8 (10)	1,0 (13)	0,9 (55,5)

Tabela 74. Resultados da análise química de cálcio trocável realizada por 9 laborat^o -
rios referentes a amostras homogêneas de um latossol Vermelho Escuro - fase
arenosa

Labora tórios	Ca ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR _j
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
					Média x	
01	0,4 (7)	0,3 (6,5)	0,4 (7)	0,5 (7)	0,3 (7)	0,4 (34,5)
02	0,2 (4)	0,2 (3,5)	0,2 (4)	0,2 (4)	0,2 (4,5)	0,2 (20)
03	0,2 (4)	0,2 (3,5)	0,2 (4)	0,2 (4)	0,1 (1,5)	0,2 (18)
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-
08	0,2 (4)	0,3 (6,5)	0,2 (4)	0,2 (4)	0,2 (4,5)	0,2 (23)
09	0,6 (8)	0,6 (8)	0,6 (8)	0,6 (8)	0,6 (8)	0,6 (40)
10	0,2 (4)	0,2 (3,5)	0,2 (4)	0,2 (4)	0,2 (4,5)	0,2 (20)
11	0,8 (9)	0,8 (9)	0,9 (9)	0,9 (9)	1,0 (9)	0,9 (45)
12	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (1,5)	0,1 (5,5)
13	0,2 (4)	0,2 (3,5)	0,2 (4)	0,2 (4)	0,2 (4,5)	0,2 (20)

Tabela 75. Resultados da análise química de magnésio trocável, realizada por 9 labora-
tórios referentes a amostras homogêneas de um Latossol Vermelho Escuro - fa-
se arenosa

Labora- tórios	Mg ²⁺ (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR_j
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Média $\bar{x}$
Repetições						
01	0,1 (3)	0,1 (3)	0,1 (3,5)	0,1 (3,5)	0,1 (3)	0,1 (16)
02	0,1 (3)	0,1 (3)	0,1 (3,5)	0,1 (3,5)	0,1 (3)	0,1 (16)
03	0,2 (7)	0,2 (6)	0,1 (3,5)	0,2 (6,5)	0,2 (5,5)	0,2 (31,5)
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-
08	0,2 (7)	0,2 (6)	0,2 (6,5)	0,2 (6,5)	0,3 (7)	0,2 (33)
09	0,6 (9)	0,6 (9)	0,6 (9)	0,6 (9)	0,6 (9)	0,6 (45)
10	0,1 (3)	0,2 (6)	0,2 (6,5)	0,1 (3,5)	0,2 (5,5)	0,2 (24,5)
11	0,2 (7)	0,4 (8)	0,4 (8)	0,4 (8)	0,4 (8)	0,4 (39)
12	0,1 (3)	tr. (1)	tr. (1)	tr. (1)	tr. (1)	0,0 (7)
13	0,1 (3)	0,1 (3)	0,1 (3,5)	0,1 (3,5)	0,1 (3)	0,1 (16)

Tabela 76. Resultados da análise química de cálcio + magnésio trocável, realizada por 9 laboratórios referentes a amostras homogêneas de um latossol vermelho Es-
curo - fase arenosa

Labora- tórios	Ca ²⁺ + (e.mg/100 ml T.F.S.A.)					ΣR _j
	Repetições					
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
					Média $\bar{x}$	
01	0,5 (9)	0,4 (7)	0,5 (9)	0,6 (9)	0,4 (7,5)	0,5 (41,5)
02	0,3 (4,5)	0,3 (4)	0,3 (4,5)	0,3 (4,5)	0,3 (4,5)	0,3 (22)
03	0,4 (7,5)	0,4 (7)	0,3 (4,5)	0,4 (7,5)	0,3 (4,5)	0,4 (31)
04	0,2 (1,5)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,2 (9,5)
05	1,7 (13)	0,7 (10)	0,9 (10)	0,8 (10)	0,8 (10)	1,0 (53)
06	0,3 (4,5)	0,3 (4)	0,3 (4,5)	0,3 (4,5)	0,3 (4,5)	0,3 (22)
07	1,3 (12)	1,3 (13)	1,3 (12,5)	1,3 (12,5)	1,4 (12,5)	1,3 (62,5)
08	0,4 (7,5)	0,5 (9)	0,4 (7,5)	0,4 (7,5)	0,5 (9)	0,4 (41,5)
09	1,2 (11)	1,2 (11,5)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (55,5)
10	0,3 (4,5)	0,4 (7)	0,4 (7,5)	0,3 (4,5)	0,4 (7,5)	0,4 (31)
11	1,0 (10)	1,2 (11,5)	1,3 (12,5)	1,3 (12,5)	1,4 (12,5)	1,2 (49)
12	0,2 (1,5)	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (5,5)
13	0,3 (4,5)	0,3 (4)	0,3 (4,5)	0,3 (4,5)	0,3 (4,5)	0,3 (22)

Tabela 77. Resultados da análise química de potássio trocável, realizada por 9 labora-
tórios referentes a amostras homogêneas de um Latossol Vermelhos Escuro -fa-
se arenosa

Labora- tórios	K (µg/ml T.F.S.A.)					ΣR_j
	1. ^a	2. ^a	Repetições			Média $\bar{x}$
			3. ^a	4. ^a	5. ^a	
01	20 (4,5)	16 (5)	16 (5)	16 (4,5)	20 (5,5)	18 (24,5)
02	23 (8,5)	23 (11)	23 (10)	27 (12)	27 (12)	25 (53,5)
03	23 (8,5)	13 (3)	13 (3)	17 (6)	20 (5,5)	17 (26)
04	22 (6,5)	20 (7,5)	24 (11,5)	24 (10,5)	22 (9)	22 (45)
05	39 (13)	35 (13)	39 (13)	31 (13)	35 (13)	36 (65)
06	22 (6,5)	19 (6)	22 (8,5)	16 (4,5)	22 (9)	20 (34,5)
07	15 (3)	15 (4)	15 (4)	15 (3)	15 (3)	15 (17)
08	27 (12)	21 (9)	20 (6,5)	22 (9)	22 (9)	22 (45,5)
09	24 (10,5)	24 (12)	24 (11,5)	24 (10,5)	24 (11)	24 (55,5)
10	24 (10,5)	22 (10)	22 (8,5)	20 (7,5)	20 (5,5)	22 (42)
11	9 (1)	9 (1)	9 (1)	3 (1)	9 (1,5)	8 (5,5)
12	11 (2)	11 (2)	10 (2)	11 (2)	9 (1,5)	10 (9,5)
13	20 (4,5)	20 (7,5)	20 (6,5)	20 (6,5)	20 (7,5)	20 (31,5)

Tabela 78. Resultados da análise química de fósforo sofrível, realizada por 9 laboratórios referentes a amostras homogêneas de um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Labora tórios	P (µg/ml T.F.S.A.)					ΣR _j
	Repetições					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
Média x̄						
01	1 (2,5)	1 (3)	2 (8,5)	1 (3,5)	2 (8,5)	1 (26)
02	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	1 (3,5)	1 (2,5)	2 (32,5)
03	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (44,5)
04	1 (2,5)	1 (3)	1 (2,5)	1 (3,5)	1 (2,5)	1 (14)
05	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (44,5)
06	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (44,5)
07	1 (2,5)	1 (3)	1 (2,5)	1 (3,5)	2 (8,5)	1 (20)
08	2 (8,5)	1 (3)	1 (2,5)	1 (3,5)	1 (2,5)	1 (20)
09	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (44,5)
10	1 (2,5)	1 (3)	1 (2,5)	1 (3,5)	1 (2,5)	1 (14)
11	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	3 (13)	3 (13)	2 (52,5)
12	3 (13)	2 (9,5)	8 (13)	2 (9,5)	2 (8,5)	3 (53,5)
13	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (9,5)	2 (8,5)	2 (44,5)

resultados das 5 repetições efetuadas pelos laboratórios para os dois solos em relação a classes de teores, interpretaram-se os resultados segundo GARGANTINI *et alii* (1970) para a matéria orgânica, CATANI e JACINTHO (1974) para o pH, Al, Ca, Mg e Ca + Mg e RAIJ (1975) para o K e o P. Os resultados encontram-se nas Tabelas 79 e 80.

Assim, para a matéria orgânica verificou-se que na TE 7 laboratórios apresentaram teores altos de M.O., 4 laboratórios apresentaram teores médios e um deles teores médios e altos.

No caso do LEa a variabilidade foi maior, sendo que 4 laboratórios apresentaram teores baixos de M.O., 3 com teores médios, 3 com teores baixos e médios e dois com teores médios e altos.

Para o pH na TE observou-se que os resultados para a maioria dos laboratórios (11) foram classificados como apresentando acidez média, 1 laboratório acidez elevada e um laboratório acidez média e fraca.

Em relação ao LEa, verificou-se que também para esta característica a variabilidade foi maior que na TE, com 7 laboratórios tendo seus resultados interpretados como acidez elevada, 3 como acidez média e 2 laboratórios apresentando acidez elevada e média.

Para o alumínio, em relação à TE, 8 laboratórios tiveram seus resultados interpretados como baixos, 4 como médios e 1 laboratório apresentou teores baixos e médios.

No LEa, os resultados foram interpretados como médios para 1 laboratório, 8 laboratórios como altos e 4 como médios e altos.

Em relação ao cálcio, magnésio e cálcio + magnéé

Tabela 79. Distribuição em classes de fertilidade dos resultados analíticos de amostras (5 repetições) de uma Terra Roxa Estruturada, analisadas, após homogeneização das mesmas, por diferentes laboratórios

Variável	Especificação das classes	Terra Roxa Estruturada												
		Laboratórios												
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
M.O.	B*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M*	-	-	5	-	-	-	-	-	2	-	5	5	5
	A*	5	5	-	5	5	5	-	5	3	5	-	-	-
pH	A.E.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
	A.M.**	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	2
	A.F.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	N **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alc.F.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alc.E.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	B	5	5	5	-	5	5	-	5	-	5	5	-	3
	M	-	-	-	5	-	-	5	-	5	-	-	5	2
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	5	5	5	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5
Mg	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	5	5	5	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5
Ca + Mg	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
K	MB*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	5	5	3	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	MA*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	MB	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	B	-	3	-	-	5	-	-	1	-	4	-	-	-
	M	5	2	-	-	-	5	5	4	-	-	5	-	5
	A	-	-	5	-	-	-	-	-	5	-	-	5	-
	MA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* MB = muito baixo; B= baixo; M = médio; A = alto; MA = muito alto.

**A.E. = acidez elevada; A.M. = acidez média; A.F. = acidez fraca; N= neutro; Alc.F. = alcalinidade fraca; Alc.E. = alcalinidade elevada

Tabela 80. Distribuição em classes de fertilidade dos resultados analíticos de amostras (5 repetições) de um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, analisados, após homogeneização das mesmas, por diferentes laboratórios

Variável	Especificação das classes	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa												
		Laboratórios												
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
M.O.	B*	-	1	5	-	1	-	-	-	4	-	5	5	5
	M*	5	4	-	5	4	2	-	1	1	5	-	-	-
	A*	-	-	-	-	-	3	-	4	-	-	-	-	-
pH	A.E.**	3	5	-	5	4	-	5	5	5	-	5	5	-
	A.M.**	2	-	5	-	1	5	-	-	-	5	-	-	5
	A.F.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alc.F.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alc.E.**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	1	-	3	-	4	-	-	-	5	2	-	-	-
	A	4	5	2	5	1	5	5	5	-	3	5	5	5
Ca	B	5	5	5	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	B	5	5	5	-	-	-	-	5	-	5	5	5	5
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca + Mg	B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	MB*	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5	5	5	5
	B	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MA*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	MB	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*MB = muito baixo; B = baixo; M = médio; A = alto; MA = muito alto

**A.E. = acidez elevada; A.M. = acidez média; A.F. = acidez fraca; N = neutro; Alc.F. = alcalinidade fraca; Alc.E. = alcalinidade elevada

sio, para os dois solos, os resultados das repetições para todos os laboratórios foram interpretados como sendo de teores altos na TE e baixos no LEa. Uma única exceção foi para Mg no LEa onde 1 laboratório apresentou teores médios para o elemento.

Para o potássio na TE, verificou-se que a maioria dos laboratórios (11) tiveram seus resultados interpretados como altos e 2 laboratórios apresentando teores médios e altos.

Os resultados para o potássio no LEa foram interpretados como muito baixos para 12 laboratórios. Apenas 1 laboratório teve seus resultados classificados como médios.

Com respeito ao fósforo verificou-se na TE uma grande variabilidade na interpretação. Assim, 1 laboratório teve seus resultados interpretados como muito baixos, outro laboratório como baixo, 5 laboratórios como apresentando teores médios, 3 laboratórios com teores altos, 1 laboratório com teores entre muito baixos a baixos e dois outros com teores entre baixos a médios.

No caso do LEa, observou-se que 12 laboratórios tiveram seus resultados interpretados como muito baixos e apenas 1 laboratório apresentou teores entre muito baixos e baixos.

Pode-se verificar, através da interpretação dos resultados obtidos para os 13 laboratórios, que a variabilidade dos mesmos refletiu-se, e às vezes com bastante intensidade, na classificação dos teores nos dois solos estudados. Logo, a variação analítica interlaboratorial poderá levar a recomendações de adubação e calagem diferentes e, como consequência, a produções agrícolas diferentes.

Para se avaliar a variabilidade dos resultados

obtidos entre os laboratórios, para cada variável analisada, calcularam-se os coeficientes de variação a partir dos dados e dos desvios padrão apresentados nas Tabelas 63 a 78, para os dois solos. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 81.

Pode-se verificar, através dos resultados obtidos, que os coeficientes de variação são, em geral, bastante elevados, mesmo para o pH, em ambos os solos, o que evidencia a grande variabilidade na análise que ocorre para uma determinada característica, considerando-se os diferentes laboratórios.

Há alguns casos como o Al na TE e Ca, Mg, Ca + Mg e P no LEa que apresentam C.V. elevados, porém, verifica-se que a média (Tabelas 63 a 78) dos teores obtidos para estes elementos são baixos. Desta forma, uma pequena variabilidade nos resultados, do ponto de vista de fertilidade do solo, produzirá coeficientes de variação elevados, mas que não têm significado prático.

Considerando-se que a terra distribuída aos laboratórios deve apresentar boa uniformidade na sua composição, as variações ocorridas podem ser interpretadas como devidas aos laboratórios.

4.3.2. Comparação entre laboratórios pela aplicação da Prova de Friedman

Para verificar se os resultados obtidos diferem entre si nos 13 laboratórios participantes do programa e para cada característica estudada, aplicou-se a Prova de Friedman. Assim, os resultados das Tabelas 63 a 78 foram ordenados atribuindo-se valores de 1 a K aos resultados de cada coluna e que se encontram entre parêntesis. Os valores

Tabela 81. Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação obtidos para oito características químicas de amostras de uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, por diferentes laboratórios

Unidade	Variável*	Terra Roxa Estruturada					Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa				
		Mínimo	Máximo	Média	s	C.V.%	Mínimo	Máximo	Média	s	C.V.%
%	M.O.	1,5	5,3	3,0	1,140	38,0	0,9	2,6	1,7	0,567	33,4
pH	pH	4,9	5,7	5,4	0,274	5,1	4,4	5,6	4,9	0,297	6,1
e.mg/ 100 ml	Al	tr.	0,4	0,2	0,107	53,5	0,5	0,9	0,7	0,150	21,4
T.F.S.A.	Ca	4,0	5,7	4,9	0,518	10,6	0,1	0,9	0,3	0,255	85,0
	Mg	1,3	3,1	1,7	0,561	33,0	tr.	0,6	0,2	0,183	91,5
	Ca + Mg	5,3	8,6	6,2	0,983	14,5	0,1	1,3	0,6	0,421	70,2
µg/ml	K	101	157	127	18,870	14,9	8	36	20	7,017	35,1
T.F.S.A.	P	1	23	11	6,184	56,7	1	3	2	0,630	31,5

* pH, Al, Ca + Mg, K e P foram analisados por 13 laboratórios
M.O. (matéria orgânica) foi analisada por 12 laboratórios
Ca e Mg foram analisados por 9 laboratórios.

de K foram 13, 12 ou 9, conforme os laboratórios procedessem ou não a todas as determinações. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 82.

Pelo exame dos resultados da Tabela 82, evidencia-se que foram constatadas diferenças significativas entre os laboratórios para todas as variáveis estudadas ($\alpha = 0,05$) sendo, portanto, rejeitada a hipótese de nulidade testada, para os dois solos em estudo.

A aplicação desta prova permite afirmar que, no mínimo, 2 laboratórios são diferentes entre si, na comparação dos resultados.

Complementando-se esta prova, no caso de rejeição da hipótese de nulidade, pode-se concluir quais laboratórios diferem entre si. Os resultados encontram-se na Tabela 83.

Através das ordenações dos laboratórios apresentadas na Tabela 83 verifica-se que, para cada variável estudada, há grupos de laboratórios cuja análise química de terra leva a resultados iguais, porém, diferentes dos outros grupos. Normalmente, para os dois solos, ocorre a formação de 3 ou 4 grupos, conforme a variável estudada. Isto significa que podem ser obtidos, aproximadamente, 3 ou 4 resultados estatisticamente diferentes para uma mesma amostra de terra remetida aos laboratórios participantes do programa.

Pode-se verificar também que as ordenações são diferentes quando se considera a mesma variável para os dois solos.

A obtenção de diferença estatística entre resultados analíticos pode não resultar em diferenças de interpretação sob o ponto de vista de fertilidade do solo. Assim, para variáveis como Al na TE e Ca, Mg e P no LEa, que são interpretadas como possuindo baixos teores, uma variação da

Tabela 82. Valores de estatística χ^2 obtidos aplicando-se a Prova de Friedman para os vários elementos e valores pH, obtidos de análise por diferentes laboratórios, para uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (χ^2 crit. = χ^2 (0,05) = 21,03; 19,68 e 15,51 para, respectivamente, 12, 11 e 8 graus de liberdade)

Tipo de solo	M.O. χ^2	pH** χ^2	Al** χ^2	Ca** χ^2	Mg*** χ^2	Ca + Mg** χ^2	K** χ^2	P** χ^2
Terra Roxa Estruturada	52,9	55,8	49,5	31,6	32,2	53,2	56,5	58,5
Latossol Vermelho Escuro	53,2	51,6	50,8	33,3	33,3	55,8	52,6	33,5

* 11 graus de liberdade

** 12 graus de liberdade

*** 8 graus de liberdade

Tabela 83. Ordenação dos laboratórios de análise química de terra que apresentam resultados diferentes, para oito variáveis químicas de amostras de uma Terra Roxa Estruturada e um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Variável	Terra Roxa Estruturada	
	Laboratórios	
M.O.	(06=08=10) > (01=02=04=05) > (09=11=12=13) > 03	
pH	(03=10=13) > (01=04=05=06=07=08) > (02=09=11) > 12	
Al	(04=07=09=12) > (01=03=08=11=13) > (02=05=10) > 06	
Ca	(08=11=13) > (01=02=03=09=10) > 12	
Mg	(08=13) > (10=11) > (01=02=03=09) > 12	
Ca + Mg	(06=08=13) > (05=07=10=11) > (01=02=03=04=09) > 12	
K	(04=08=09=11) > (02=06=13) > (01=10=12) > (03=05=07)	
P	(03=09=12) > (01=06=07=13) > (02=05=08=10=11) > 04	
Variável	Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa	
	Laboratórios	
M.O.	(01=03=06=08=10) > (02=04=05) > (09=11=12=13)	
pH	(03=06=10=13) > (01=08) > (02=04=05=07=09=11) > 12	
Al	(02=04=12=13) > (06=07=08=11) > (01=03=10) > (05=09)	
Ca	(01=09=11) > (02=03=08=10=13) > 12	
Mg	(09=11) > (03=08) > (01=02=10=13) > 12	
Ca + Mg	(05=07=09=11) > (01=03=08=10) > (02=06=13) > (04=12)	
K	(02=04=05=08=09=10) > (01=03=06=07=13) > (11=12)	
P	(11=12) > (02=03=05=06=09=13) > (01=04=07=08=10)	

ordem de 100% no resultado analítico leva a resultados diferentes estatisticamente, porém, a nenhuma diferença com relação a sua fertilidade.

As grandes diferenças entre os resultados analíticos dos laboratórios poderiam ser causadas, possivelmente, por variações na metodologia empregada. Considerando-se a determinação da matéria orgânica, por exemplo, verifica-se, conforme descrito em 3.3.2.1., que o grupo de laboratórios 01, 02, 08 e 09 e o grupo formado pelos laboratórios 04, 12 e 13 apresentam diferenças na metodologia entre os grupos, porém, os laboratórios de cada grupo têm procedimento analítico idêntico entre si. Pelos dados da Tabela 83, pode-se verificar, para a matéria orgânica, que o laboratório 08 produz resultado estatisticamente diferente e maior que os laboratórios 01 = 02 que, por sua vez, produzem resultados maiores que o laboratório 09, do mesmo grupo, na TE. Da mesma forma, este fato se repete com o outro grupo de laboratórios, ou seja, o laboratório 04 apresenta resultado estatisticamente diferente dos laboratórios 12 = 13. Quando se compara os laboratórios dos dois grupos verifica-se que o laboratório 08 produz resultado maior que os laboratórios 01 = 02 = 04 que, por sua vez, produzem resultados maiores que os laboratórios 09 = 12 = 13. O mesmo ocorre quando se considera a matéria orgânica para o LEa.

Procedendo-se da mesma maneira para as demais características dos dois solos estudados, verifica-se que estes fatos se repetem.

Isto parece evidenciar que mesmo quando vários laboratórios adotam o mesmo procedimento analítico, ainda assim podem produzir resultados estatisticamente diferentes. Daí, segue-se que deve merecer atenção especial dos laboratórios o preparo das soluções, as curvas padrão, as titulações, a qualidade dos reagentes, a calibração dos aparelhos, a qualifica

ção dos encarregados da análise, etc...

Como a interpretação dos resultados, os coeficientes de variação obtidos e a Prova de Friedman acusaram - grandes diferenças, fizeram-se as recomendações de adubação e calagem para verificar a influência dos resultados obtidos entre os laboratórios nas recomendações.

4.3.3. Adubação e calagem em função dos resultados obtidos de cada laboratório para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho

Com base na análise química, determinaram-se as quantidades de adubos fosfatado e potássico e calcário para as culturas de algodão, cana-de-açúcar e milho, para os dois solos estudados.

Para tanto, os resultados médios, para cada variável e para cada solo, constantes das Tabelas 63 a 78, foram comparados com as Tabelas de adubação e calagem do BOLE-RIM Nº 209, IAC (1977) para fornecerem as recomendações. A calagem também foi efetuada com base na elevação do teor de Ca + Mg para 2 e.mg/100 ml (RAIJ, 1975) para o LEa. Geralmente, as recomendações resultam da interação entre duas variáveis químicas. Os resultados obtidos encontram-se apresentados nas Tabelas 84, 85 e 86.

Com relação à adubação fosfatada para a TE, pode-se verificar, através dos resultados constantes da Tabela 84, que para as três culturas as recomendações são bastante variáveis. Entretanto, há grupos de laboratórios que apresen - tam a mesma recomendação, conforme pode ser observado na seguinte ordenação de laboratórios:

04 > 05 > (01=02=06=07=08=10=11) > (09=12=13) > 03 para o al -
godão,

Tabela 84. Recomendação de adubações fosfatada e potássica para o algodão, cana-de-açúcar e milho, em função dos resultados de análises químicas de amostras de terra realizadas por diferentes laboratórios, para uma Terra Roxa Estruturada

Laborat ^o rios	Algodão*		Cana-de-açúcar*		Milho*	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
kg/ha						
01	60	50	65	60	50	0
02	60	50	65	60	50	0
03	40	60	50	90	20	20
04	80	50	80	60	60	0
05	70	60	80	90	50	20
06	60	50	65	60	50	0
07	60	60	65	90	—	20
08	60	50	65	60	50	0
09	50	50	50	60	20	0
10	60	60	80	90	40	20
11	60	50	65	60	40	0
12	50	60	50	90	20	20
13	50	50	65	60	30	0

* Algodão: P₂O₅ calculado com base nos valores de pH e teores de P
K₂O calculado com base nos teores de K e Ca + Mg

* Cana-de-açúcar: P₂O₅ e K₂O calculados com base nos teores de P e K

* Milho: P₂O₅ calculado com base nos valores de pH e teores de M.O. e P
K₂O calculado com base nos teores de K e Ca + Mg

Tabela 85. Recomendação de adubações fosfatada e potássica para o algodão, cana-de-açúcar e milho, em função - dos resultados de análises químicas de amostras de terra realizadas por diferentes laboratórios, para um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Laborat ^o rios	Algodão*		Cana-de-açúcar*		Milho*	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
01	80	60	100	100	60	35
02	80	60	100	100	60	35
03	80	60	100	100	60	35
04	80	60	100	100	60	35
05	80	50	100	100	60	20
06	80	60	100	100	60	35
07	80	60	100	100	-	35
08	80	60	100	100	60	35
09	80	60	100	100	60	35
10	80	60	100	100	60	35
11	80	60	100	100	60	35
12	80	60	100	100	60	35
13	70	60	100	100	40	35

* Algodão: P₂O₅ calculado com base nos valores de pH e teores de P

K₂O calculado com base nos teores de K e Ca + Mg

* Cana-de-açúcar: P₂O₅ e K₂O calculado com base nos teores de P e K

* Milho: P₂O₅ calculado com base nos valores de pH e teores de M.O. e P

K₂O calculado com base nos teores de K e Ca + Mg

Tabela 86. Calagem para as culturas do algodão, cana-de-açúcar e milho, em função dos resultados de análises químicas de amostras de terra realizadas por diferentes laboratórios, para um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa

Laborat ^o rios	Algodão			Cana-de-açúcar		Milho		
	A*	B*	C*	D*	E*	F*	G*	H*
t/ha de calcário								
01	3,0	2,5	1,2	3	2	0	1,2	2,0
02	2,0	2,0	1,2	3	2	2	1,2	2,0
03	3,0	1,5	1,2	3	2	0	1,2	2,0
04	2,0	2,0	1,4	3	2	2	1,2	2,0
05	1,5	2,0	0,8	3	2	0	1,2	2,0
06	3,0	1,5	1,4	3	2	0	1,2	2,0
07	-	-	-	3	2	0	-	-
08	3,0	2,5	1,4	3	2	0	1,2	2,0
09	1,0	2,0	0,8	3	2	0	0	1,2
10	3,0	1,5	1,2	3	2	0	1,2	2,0
11	1,0	2,0	1,0	3	2	0	0	1,2
12	2,0	2,0	1,4	3	2	2	0	1,2
13	2,0	-	1,4	3	2	2	0	-

- * Método A = G: calcário calculado com base nos teores de M.O. e Ca + Mg
- Método B = H: calcário calculado com base nos teores de M.O. e valores de pH
- Método C : calcário calculado com base nos teores de M.O. e Al
- Método D : calcário calculado com base nos teores de Ca + Mg
- Método E = F: calcário calculado com base nos teores de Al

(04=05=10) > (01=02=06=07=08=11=13) > (03=09=12) para a cana-de-açúcar e

04 > (01=02=05=06=08) > (10=11) > 13 > (03=09=12) para o milho.

Os valores de recomendação extremos são 80 e 40 kg P_2O_5 /ha para o algodão, 80 e 50 kg P_2O_5 /ha para a cana-de-açúcar e 60 e 20 kg P_2O_5 /ha para o milho. Estas variações devem se refletir com intensidade na produção agrícola, razão pela qual há necessidade de se localizarem os pontos de possíveis alterações analíticas nos laboratórios, principalmente naqueles que recomendam valores extremos de adubação e que para as três culturas foram, em geral, os laboratórios 03, 04, 05, 09, 10 e 12.

A ordenação acima apresentada surge como uma possibilidade para verificar qual o elemento ou elementos que, nos laboratórios que apresentaram resultados extremos, estão provocando recomendação diferente, pois cada recomendação é obtida pela combinação entre, pelo menos, duas variáveis químicas.

De acordo com a Tabela 84, verifica-se que a recomendação fosfatada é feita com base no pH e P, P e K e pH, P e M.O. para as culturas do algodão, cana-de-açúcar e milho, respectivamente. Desta forma, as características químicas que deveriam receber melhor atenção no procedimento analítico nos laboratórios que apresentam recomendações fosfatadas bastante diferentes são: P, K, M.O. e pH na TE.

Agora, pode-se identificar qual ou quais são as determinações que podem estar provocando recomendações diferentes para um determinado laboratório. Com o auxílio da Tabela 83, verifica-se para uma determinada variável, se a mesma se encontra em grupos extremos da ordenação dos laboratórios para esta variável. Caso não se encontre o laboratô-

rio ordenado em nenhum grupo extremo, considera-se que aquela variável não está influenciando a recomendação. Em caso contrário, a variável produz resultados que levam a recomendações diferentes. Isto pode ser comprovado através da comparação dos resultados médios dos laboratórios com o resultado médio obtido para a variável em estudo, empregando-se as Tabelas 63 a 78. Se o resultado médio for bem próximo das médias da maioria dos outros laboratórios confirma-se ou não se o laboratório deve melhorar aquela determinação analítica. Entretanto, não se pode afirmar que para a maioria dos laboratórios os resultados estejam mais corretos.

Tomando-se como exemplo os laboratórios 03 e 10, verificou-se que os mesmos deveriam dar melhor atenção para as determinações do P, K, M.O. e pH na TE, em geral. Pela Tabela 80 verifica-se que o P localiza-se na posição extrema superior de ordenação para o laboratório 03, fato que pode levar a recomendação de adubação diferenciada em relação aos demais laboratórios. Para o laboratório 10 verifica-se que o P está ordenado numa posição intermediária, indicando que esta variável para este laboratório não provoca alterações na recomendação. Isto pode ser confirmado pelas comparações das médias obtidas para estes laboratórios para aquela variável em relação aos demais laboratórios, utilizando-se a Tabela 70.

Com relação à adubação potássica para a TE, pode-se observar, pelos dados apresentados na Tabela 84, que para as três culturas as recomendações são variáveis, porém, com menor intensidade que na adubação fosfatada. A ordenação dos laboratórios em função da adubação potássica está apresentada abaixo:

(03=05=07=10=12) > (01=02=04=06=08=09=11=13) para o algodão, cana-de-açúcar e milho.

Os valores de recomendação extremos são 60 e

50 kg K_2O /ha para o algodão, 90 e 60 kg K_2O /ha para a cana-de-açúcar e 20 e 0 kg K_2O /ha para o milho. Com exceção do algodão que apresentou pouca variação na recomendação, para a cana-de-açúcar e milho as diferenças podem levar a resultados agronômicos diferentes.

De acordo com a ordenação dos laboratórios para a adubação potássica, verifica-se que 4 laboratórios apresentaram resultados mais elevados e que também corresponderam aos laboratórios que na recomendação de adubação fosfatada apresentaram valores extremos para, pelo menos, uma cultura, ou sejam, os laboratórios 03, 05, 10 e 13.

A Tabela 84 indica que a adubação potássica é feita com base no K e Ca + Mg para o algodão e milho e P e K para a cana-de-açúcar. As determinações analíticas que podem estar provocando recomendações diferentes são: Ca + Mg, K e P. Basta agora, com o uso das tabelas apropriadas, verificar qual ou quais das determinações deve merecer maior atenção dos laboratórios envolvidos.

Quando se considera o LEa em relação à adubação fosfatada pode-se notar, através dos dados apresentados na Tabela 85, que a recomendação é praticamente constante para as três culturas. Apenas uma recomendação foi diferente, considerando-se todos os laboratórios, para as culturas do algodão e milho e relativa ao laboratório 13.

O mesmo ocorreu para a adubação potássica no LEa, com novamente uma recomendação sendo diferente para as culturas de algodão e milho e devida ao laboratório 05.

Pode-se dizer em relação ao LEa, que é um solo considerado de baixa fertilidade, que a detecção de diferenças estatísticas entre grupos de laboratórios não resultou em recomendações de adubação diferentes, a não ser para os labo-

ratórios 05 e 13 quando se considerou a adubação potássica e fosfatada para algodão e milho. Este fato parece evidenciar que para solos cuja análise revela teores baixos dos elementos, os erros analíticos cometidos pelos laboratórios, apesar de elevados, não se refletem nas recomendações de adubação fosfatada e potássica. Entretanto, quando se consideram solos com teores altos dos elementos analisados, os erros analíticos podem levar a recomendações de adubação bastante diferenciadas.

Em relação à calagem, os resultados encontram-se apresentados na Tabela 86. Um exame geral desta Tabela indicou que a calagem é variável, para uma determinada cultura, conforme as variáveis consideradas para a recomendação. Verificou-se também que quando se considerou o Al, nos vários métodos (C, E e F) os resultados obtidos para a recomendação de calagem foram mais baixos do que os dos outros métodos que não envolviam Al. Essa variabilidade também se estende quando se consideram os laboratórios, com exceção da calagem para a cana-de-açúcar que se apresentou constante.

Finalizando pode-se dizer que os resultados analíticos de amostras homogêneas de terra apresentaram diferenças estatisticamente diferentes para grupos de laboratórios indicando uma baixa concordância existente entre os laboratórios. Todavia, encontrou-se que as variações refletiram-se com maior intensidade nas recomendações de adubação fosfatada e potássica para a TE, um solo considerado como de alta fertilidade, sendo pouco sentida no LEa, um solo de baixa fertilidade, onde as recomendações foram bastante constantes.

A variabilidade dos resultados analíticos entre os laboratórios se refletiu mais intensamente nas recomendações de calagem, com exceção da cana-de-açúcar que apresentou recomendação constante.

Também é possível determinar para laboratórios que apresentam recomendações bastante diferenciadas a determinação ou as determinações analíticas que estão motivando estas diferenças, com base em critérios agrônomo e estatístico, o que poderá auxiliar num programa de controle de resultados interlaboratoriais.

5. CONCLUSÕES

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

- 1 - Os resultados para as características químicas matéria orgânica, pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo foram considerados estatisticamente semelhantes, para os cinco tipos de amostras compostas estudadas e formadas por um número variável de amostras simples para áreas de 10 hectares, dos dois solos. Assim, a coleta de um baixo número de amostras simples para formar a amostra composta em comparação às amostras compostas formadas por 20 amostras simples não levou a resultados diferentes. Entretanto, com respeito à variabilidade dos resultados, verificou-se que, em geral, os mesmos foram mais precisos quanto maior o número de amostras simples formavam a amostra

composta.

- 2 - Para se estimar a fertilidade média para áreas de 10 hectares, em geral, bastam 2 e 3 amostras compostas de 20 simples, respectivamente, para a Terra Roxa Estruturada e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, a uma confiabilidade de 80% e com uma variação em torno da média de 20%, exceto o pH cuja variação foi de 5%. Todavia, mesmo obtendo-se menores números de amostras para as compostas de 20 simples, estes números não determinam um menor número de pontos amostrados no campo.
- 3 - As recomendações de adubação fosfatada e potássica foram bastante uniformes para cada cultura considerada, ou sejam, algodão, cana-de-açúcar e milho, para os cinco tipos de amostras compostas, o que é um reflexo da pouca variabilidade dos resultados nos dois solos estudados. Entretanto, as recomendações de calagem foram variáveis para as três culturas, demonstrando que a variabilidade dos resultados da análise química de terra se refletiu com maior intensidade nestas recomendações. Quando se considerou a calagem baseada no critério de elevação do teor de Ca + Mg para 2 e mg/100 ml, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, houve uma maior uniformidade de recomendações de calagem para os cinco tipos de amostras compostas.
- 4 - No preparo da amostra para análise a secagem ao ar e em estufa a 60°C determinou variações nos resultados analíticos para o pH e fósforo, com as demais características químicas, praticamente, não apresentando variações. Foram obtidos valores de pH sistematicamente mais baixos quando as amostras foram secas em estufa, em comparação às amostras secas ao ar. O contrário ocorreu com o fósforo, onde foram obtidos teores de fósforo sistematicamente mais elevados para as amostras secas em estufa. A embalagem não in

fluiu nos resultados, ao passo que o tempo de armazenamento apresentou influência para o fósforo.

- 5 - Para os 13 laboratórios participantes do programa interlaboratorial houve grupos de laboratórios cujos resultados analíticos, para uma mesma amostra homogênea de terra, foram considerados estatisticamente diferentes.
- 6 - As recomendações de adubação fosfatada e potássica, baseadas nos resultados analíticos dos laboratórios, foram diferentes entre grupos de laboratórios para a Terra Roxa Estruturada, em relação às culturas do algodão, cana-de-açúcar e milho. Entretanto, para o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, mesmo havendo diferença estatística entre os resultados, as recomendações de adubação fosfatada e potássica foram, praticamente, uniformes para cada cultura, com apenas 2 laboratórios apresentando recomendações diferentes dos demais. Para este mesmo solo, a variabilidade dos resultados se refletiu com maior intensidade nas recomendações de calagem, com exceção da cana-de-açúcar que apresentou recomendação uniforme.
- 7 - Foi possível identificar qual ou quais determinações podem estar provocando recomendações diferentes para um determinado laboratório em relação às recomendações da maioria dos laboratórios, utilizando-se critério agrônomo de recomendação e critério estatístico de diferenças entre laboratórios.

6. LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, V.H. e I.M. CARRARO, 1976. Variabilidade do solo numa unidade de amostragem em solos de Cascavel e de Ponta Grossa, Paraná. Rev. Ceres, 23(130): 503-510.
- ATTOE, O.J., 1946. Potassium fixation and release in soils occuring under moist and drying conditions. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 11: 145-149.
- BALL, D.F. e W.M. WILLIAMS, 1968. Variability of soil chemical properties in two, uncultivated Brown Earths. J. Soil Sci., 19(2): 379-391.
- BALL, D.F. e W.M. WILLIAMS, 1971. Further studies on variability of soil chemical properties: efficiency of sampling programmes on an uncultivated Brown Earth. J. Soil Sci., 22(1): 59-68.

- BARRETO, A.C.; R.F. NOVAIS e J.M. BRAGA, 1974. Determinação estatística do número de amostras simples de solo por área para avaliação de sua fertilidade. Rev. Ceres, 21(114): 142-147.
- BENNET, W.F., 1968. Como tirar amostras do solo. A Lavoura, LXXI(1): 10-12.
- BERQUÔ, E.S.; J.M.P. SOUZA e S.L.D. GOTLIEB, 1980. Bioestatística. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda 325 p.
- BUENO, N.; J.M.J. BERNIZ e I.J.M. VIÉGAS, 1979. Amostragem de solo e folha para análise e recomendação de adubação em seringueira. Comunicado Técnico da EMBRAPA nº 08, Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira, Manaus, 13 p.
- BURING, P.; G.G.L. STEUR e P.A. VINCK, 1962. Some techniques and methods of soil survey in the Netherlands. Neths J. Agric. Sci., 10(2): 157-172.
- CAMARGO, A.P., 1979. Níveis de Calagem e de Adubação Nitrogenada e Fosfatada para Milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 84 p. (Tese de Doutorado).
- CAMPINAS. Secretaria da Agricultura. Instituto Agrônomo, 1977. Boletim nº 209 - Tabelas de Adubação e Calagem. 196 p.
- CARVALHO, W.A.; C.R. ESPINDOLA e A.A. PACCOLA, 1973. Levantamento Pedológico da Fazenda Experimental Lageado. Botucatu Científica (no prelo).
- CATE, R. e L. VETTORI, (s.d.). Sugestões para Adubação - 3ª Aproximação. Um Processo Simplificado para Fazer Recomendações de Fertilizantes, Usando Valores Médios de Níveis Crí-

ticos e Probabilidades de Resposta, Combinados com Estimativas da Receita Bruta. (s.l.), Ed. Soc. Bras. Ci. Solo, 14 p.

CATANI, R.A.; J.R. GALLO e H. GARGANTINI, 1954. Amostragem de solo para estudos de fertilidade. Bragantia, 14: 19-26.

CATANI, R.A.; J.R. GALLO e H. GARGANTINI, 1955. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim nº 69, Instituto Agrônômico, Campinas, 28 p.

CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Avaliação da Fertilidade do Solo. Métodos de Análise. Piracicaba, Editora Livro Ceres Ltda., 61 p.

CLINE, M.G., 1944. Principles of soil sampling. Soil Sci., 58: 275-288.

COLÍBAS, I. e M. COLÍBAS, 1978. Method of sampling of solo-netz soils for determining the types of variants and the relationships between certain soil properties. Soils and Fertilizers, 1980, 43(1) nº 86.

DOW, A.I.; D.W. JAMES e T.S. RUSSELL, 1973. Soil variability in Central Washington and sampling for soil fertility tests. Bulletin 788, Washington Agricultural Experiment Station, 9 p.

FITTS, J.W. e W.L. NELSON, 1956. The determination of Lime and Fertilizer Requirements of Soils through Chemical Tests. Adv. in Agron., 8: 241-282.

GARGANTINI, H.; F.A.S. COELHO; F. VERLENGIA e E. SOARES, 1970. Levantamento de Fertilidade dos Solos do Estado de São Paulo. Instituto Agrônômico, Campinas, (s.ed.), 32 p.

- GOMES IRURZUM, M.A., 1978. Comparative studies of four soil sampling techniques for experimental sugar cane plots. Ciencia y Tecnica en la Agricultura, Suelos y Agroquímica, 1(1): 31-48.
- GUPTA, P.L. e I.J. RORISON, 1974. Effects of storage on the soluble phosphorus and potassium content of some Derbyshire soils. J. Applied Ecology, 11(3): 1185-1192.
- HANOTIAUX, G., 1966. L'echantillonnage des terres en vue de l'analyse chimique. Bull. Rech. Agron. Gembloux, N.S. Tome I (3): 410-431.
- HANWAY, J.J. e A.D. SCOTT, 1957. Soil potassium - moisture relations: 2. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 21: 501-504.
- HENRY, R.J., 1961. Química Clínica. Bases y Principios. Tomo I. Editorial JIMS, Barcelona, 659p.
- JAIYEBO, E.O., 1968. Effect of drying and storage on the exchangeable potassium content of some western Nigeria soils Soil Sci., 106(5): 399-404.
- LEONT'EV, A.K., 1974. Determination of the variability of the soil fertility of an experimental plot and an experimental area and the relevance of this variability to agrochemical studies. Soils and Fertilizers, 1975, 38(2) nº 516.
- LIEROP, W.V. e A.F. MACKENZIE, 1977. Soil pH measurement and its application to organic soils. Can. J. Soil Sci., 57(1): 55-64.
- MADER, D.L., 1963. Soil variability - A serious problem in soil-site studies in the Northeast. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 27:707-709.
- MARIN, G.M., 1966. Algunos aspectos del análisis de suelos. Agric. Trop., 22(4): 175-182.

- MIRANDA, L.N., 1979. Amostragem de solo para análise química. Comunicado Técnico da EMBRAPA nº 07, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, 7 p.
- MOLLOY, M.G. e R.B. LOCKMAN, 1979. Soil analysis as affected by drying temperatures. Comm. Soil Sci. Plant Analysis, 10 (3): 545-550.
- MOUNTIER, N.S.; J.L. GRIGG e G.A.C. OOMEN, 1966. Sources of error in advisory soil tests. I. Laboratory sources. New Zealand J. Agric. Res., 9(2): 328-338.
- NAHAS, E., 1968. Amostragem do solo tem técnica. Revista FIR, XI(2): 3-5.
- OLIVEIRA, J.B., 1972. Variação de Características Morfológicas, Físicas, Químicas e Mineralógicas em Duas Áreas de Oxis solo. Piracicaba, ESALQ/USP, 199 p. (Tese de Doutorado).
- OHLWEILER, O.A., 1974. Química Analítica Quantitativa. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. 303 p.
- PETERSEN, R.G. e L.D. CALVIN, 1965. Sampling. In: BLACK, C. A., Ed., Methods of Soil Analysis. Part. I. Agronomy nº 9. Madison, Wisconsin, Amer. Soc. Agron, p. 54-72.
- PEVERILL, K.I.; G.P. BRINER e L.A. DOUGLAS, 1975. Changes in extractable sulphur and potassium levels in soil due to oven drying and storage. Australian J. Soil Sci., 13(1): 69-75.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental. 6ª ed., São Paulo, Livraria Nobel S.A. 430 p.
- PISKULA, K., 1971. Effect of different drying and storing soil samples on available phosphorus and potassium contents

and pH value soil. Soils and Fertilizers, 1972, 35(1) nº 146.

PRITCHETT, W.L.; H.L. BRELAND e W.D. HARSON, 1953. Role of research in a soil testing program. B. Sampling soils on a field basis. Soil Sci. Soc. Flor. Proc., 13: 131-142.

PROTZ, R.; E.W.S. PRESANT e R.W. ARNOLD, 1968. Establishment of the modal profile and measurement of variability within a soil land-form unit. Can. J. Soil Sci., 48: 7-19.

QUAGGIO, J.A. e B.V. RAIJ, 1979. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. Rev. Bras. Ci. Solo, 3: 181-184.

RAIJ, B.V., 1975. Interpretação da Análise de Terra. Campinas, (s.ed.), 8 p.

RAIJ, B.V. e M.A.T. ZULLO, 1977. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Circular nº 63, Instituto Agrônômico, Campinas, 17 p.

RAIJ, B.V., 1981. Avaliação da Fertilidade do Solo. Piracicaba, Editado por T. Yamada, Institutos da Potassa (EUA - Suíça). 142 p.

REED, J.F. e J.A. RIGNEY, 1947. Soil sampling from fields of uniform and non uniform appearance and type. J. Amer. Soc. Agron., 39: 26-40.

REITEMEIR, R.F., 1951. The chemistry of soil potassium. Adv. in Agron., 3: 113-159.

RIGNEY, J.A. e J.F. REED, 1945. Some factors affecting the accuracy of soil sampling. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 10:

257-259.

- SANTANA, C.J.L.; C.P. PEREIRA e F.P.C. ROSAND, 1975. Amostragem de solo em plantações de cacao da Bahia. Rev. Theobroma, 5(1): 3-11.
- SCOTT, A.D.; J.J. HANWAY e E.M. STICKNEY, 1957. Soil potassium - moisture relations: 1. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 21: 498-501.
- SIEGEL, S., 1975. Estatística Não Paramétrica. São Paulo, McGraw Hill do Brasil Ltda. 350 p.
- SNEATH, P.H.A. e R.R. SOKAL, 1973. Numerical Taxonomy. San Francisco, Ed. W.H. Freeman and Co. 450 p.
- THORNTHWAITE, C.W. e J.T. MATHER, 1955. The water balance. Publs. Clim. Drexel Inst. Technol., Centerton, 8(1): 1-104.
- TRANI, P.E. e R. BELINAZZI JR., 1978. A análise de solo no Estado de São Paulo. Campinas, (s.ed.), 19 p.
- TREWARTHA, G.T., 1943. An Introduction to Weather and Climate. New York, Ed. McGraw Hill. 545 p.
- TUBELIS, A.; F.J.L. NASCIMENTO e L.L. FOLONI, 1971. Parâmetros climáticos de Botucatu. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Botucatu, (s.ed.), 49 p.
- WAENY, J.C.C., 1980. Programas Interlaboratoriais - Introdução à Metodologia e Análise dos Resultados. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Série Técnicas e Métodos 7 - Publicação nº 1140, 23 p.