

OCTAVIO FREIRE

Engenheiro-Agrônomo

Instrutor da 13a. Cadeira-Agricultura Geral-da  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

DISPERSÃO de SOLOS

Estudo comparativo de tratamentos  
químicos empregados no preparo das  
amostras para análise mecânica

TESE DE DOUTORAMENTO

Apresentada à Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo

Piracicaba

1963

A meus pais,  
    espôsa  
        e filha.

## AGRADECIMENTO

Ao Prof. Guido Ranzani, Catedrático da 13ª Cadeira da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela sugestão do tema e orientação que possibilitou a realização desta tese;

ao Dr. Francisco Ferraz de Toledo e ao Dr. Roland Vencovsky pelas sugestões valiosas e pela orientação da análise estatística;

ao Prof. Cyro Marcondes Cesar, ao Dr. Edmar José Kiehl, ao Dr. Toshiaki Kinjo e ao Dr. Oswaldo Pereira Godoy, pelas críticas construtivas;

ao Prof. Evaristo Pereira, pela revisão gramatical do texto;

aos Srs. Américo Tabay, Miguel Célso Hyppolito e Manoel Rodrigues, pelo auxílio na experimentação e composição datilográfica.

Desejamos estender os nossos agradecimentos a todos que, pelo apôio moral, também cooperaram na execução desta tese.

# Í N D I C E

1 - <u>INTRODUÇÃO</u> . . . . .	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> . . . . .	4
2.1 - <u>Eliminação da matéria orgânica</u> . . . . .	4
2.2 - <u>Solubilização e eliminação dos sesquióxidos</u> . . . . .	8
2.3 - <u>Remoção dos catiônios flocculantes e peptização das partículas coloidais</u> . . . . .	9
2.4 - <u>Dispersão mecânica</u> . . . . .	14
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u> . . . . .	16
3.1 - <u>Material</u> . . . . .	16
3.1.1 - Solos . . . . .	16
3.1.2 - Aparelhos utilizados . . . . .	19
3.1.3 - Reagentes . . . . .	22
3.2 - <u>Método</u> . . . . .	23
3.2.1 - Delineamento experimental . . . . .	23
3.2.2 - Critérios e convenções . . . . .	25
3.2.3 - Amostragem dos solos . . . . .	26
3.2.4 - Tratamento com os reagentes . . . . .	26
3.2.5 - Desagregação por agitação mecânica . . . . .	32
3.2.6 - Método de Puri. . . . .	32
3.2.7 - Determinação da fração argila . . . . .	33
3.2.8 - Determinação do pH . . . . .	34
4 - <u>RESULTADOS</u> . . . . .	35
4.1 - <u>Série Monte Alegre</u> . . . . .	35
4.1.1 - Fatorial 2x3x3x5 . . . . .	35
4.1.2 - Fatorial 2x3x5 . . . . .	41
4.1.3 - Inteiramente casualizado . . . . .	41
4.1.4 - Estudo da correlação e regressão . . . . .	42



4.2 - <u>Série Ibitiruna</u> . . . . .	44
4.2.1 - Fatorial 2x3x3x5 . . . . .	47
4.2.2 - Fatorial 2x3x5 . . . . .	50
4.2.3 - Inteiramente casualizado . . . . .	53
4.2.4 - Estudo da correlação e regressão . . . . .	53
4.3 - <u>Série Monte Olimpo</u> . . . . .	55
4.3.1 - Fatorial 2x3x3x5 . . . . .	58
4.3.2 - Fatorial 2x3x5 . . . . .	64
4.3.3 - Inteiramente casualizado . . . . .	66
4.3.4 - Estudo da correlação e regressão. . . . .	66
5 - <u>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u> . . . . .	74
5.1 - <u>Série Monte Alegre</u> . . . . .	74
5.2 - <u>Série Ibitiruna</u> . . . . .	78
5.3 - <u>Série Monte Olimpo</u> . . . . .	81
6 - <u>CONCLUSÕES</u> . . . . .	85
6.1 - <u>Série Monte Alegre</u> . . . . .	85
6.2 - <u>Série Ibitiruna</u> . . . . .	86
6.3 - <u>Série Monte Olimpo</u> . . . . .	86
6.4 - <u>Conclusões gerais</u> . . . . .	87
7 - <u>RESUMO</u> . . . . .	88
8 - <u>BIBLIOGRAFIA</u> . . . . .	90
<u>APÊNDICE</u> . . . . .	97

\*

\*   \*

## 1 - INTRODUÇÃO

As primeiras tentativas para se conhecer a composição textural dos solos datam do século XVII, porém, somente com o advento do método da pipeta, em 1922, é que foi dispensada maior atenção ao preparo das amostras antes da análise.

A completa dispersão das partículas que compõem a amostra de terra é, indubitavelmente, uma das condições essenciais para o êxito da análise mecânica. Reconhecendo este fato, os pesquisadores iniciaram estudos mais profundos acerca do assunto e surgiram muitas inovações visando ao aperfeiçoamento dos métodos de dispersão.

Em 1926, foi apresentado, à reunião de Rothamsted, um trabalho organizado pela Sociedade Internacional de Ciência do Solo, comparando os inúmeros métodos já existentes naquela época. Nesse conclave, dois métodos foram adotados: o Internacional A, para ser empregado quando houvesse necessidade de uma dispersão perfeita e o Internacional B, para análises mecânicas expeditas e para análises petrográficas.

Além dessas, muitas outras contribuições valiosas têm surgido e parece que a dispersão dos solos das regiões temperadas está satisfatoriamente estudada. Mas, para os solos das regiões tropicais não acontece o mesmo, certamente porque o número de estudos existentes é, ainda, relativamente pequeno.

Os métodos, que vêm sendo empregados para se obter a dispersão das amostras para a análise mecânica, são, de ma

neira geral, combinações de tratamentos para eliminar o efeito de agentes cimentantes e de floculação com tratamentos para peptizar as partículas. Acredita-se que nenhuma dessas combinações possa ter aplicação geral, devendo-se escolher, para cada solo, aquela que condicione a melhor dispersão, envolvendo um mínimo de operações.

Os Latosolos, por exemplo, diferem marcadamente dos solos das regiões temperadas e frias. Estas diferenças dizem respeito aos agentes cimentantes, à natureza das argilas e dos catiônios adsorvidos. Não parece lícito, portanto, que se lhes apliquem, por generalização, métodos idealizados para solos de outra natureza.

As amostras dos horizontes A dos solos podsolizados certamente não exigem pré-tratamentos drásticos e demorados como as amostras dos Latosolos e dos Hidromórficos, cuja composição lhes confere forte cimentação. Portanto, a adoção de um único método de dispersão para todos os solos não é a melhor solução. Um método que fôsse eficiente para os solos reconhecidamente difíceis de dispersar, acarretaria, para os de dispersão mais fácil, perda de tempo, de reagentes e, o que é mais importante, a floculação das suspensões devida a um excesso de dispersante.

O presente trabalho foi conduzido visando estudar a dispersão de amostras dos solos de ocorrência mais comum no município de Piracicaba. Suas finalidades específicas são:

- a - estudar a eficiência de diversos agentes dispersantes;
- b - determinar a quantidade adequada destes agentes para peptizar as partículas;
- c - verificar a necessidade ou não do pré-tratamento das amostras;
- d - escolher métodos eficientes para a obtenção de

suspensões altamente dispersas e estáveis.

Não se pretende, todavia, com êste trabalho, lograr conclusões definitivas. Espera-se, apenas, poder oferecer uma contribuição real a quantos se dediquem ao estudo dos solos tropicais.

\*  
.  
\* \*  
\* \*



## 2 -- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde há quarenta anos, quando a questão da dispersão das amostras de terra começou a ser pesquisada com mais interesse, muitos trabalhos têm sido divulgados sobre o assunto.

Procurou-se, por êsse motivo, fazer referência aqui, apenas aos pontos que pareceram mais importantes e colecionar o que foi realizado para os solos brasileiros no tocante à eliminação da matéria orgânica, à eliminação dos sésquióxidos, à remoção dos catiônios floculantes e à peptização das partículas coloidais.

### 2.1.- Eliminação da matéria orgânica

ROBINSON (56) foi o primeiro pesquisador a reconhecer a influência da matéria orgânica sobre os resultados da análise mecânica. Êste autor mostrou que, se as amostras fo  
rem tratadas com água oxigenada, a matéria orgânica humificada é decomposta e as porcentagens de argila, obtidas pela análise mecânica, são consideravelmente mais altas.

Esta conclusão não foi confirmada por STEENKAMP (59), ao fazer análises mecânicas de amostras que haviam recebido tratamento dispersante com reagentes químicos, para estudar o efeito físico da desidratação sobre as partículas do solo. O autor em aprêço concluiu que o peróxido de hidrogênio tem apenas um leve efeito desfloculante sobre o material cimentante, tanto dos solos húmicos argilosos, como dos húmicos arenosos.

As conclusões de BOUYUCOS (15) concordam, até certo ponto, com as do autor anteriormente citado. Os resultados obtidos pelo método do hidrômetro levaram-no a afirmar que o pré-tratamento com água oxigenada não fez diferença na dispersão dos solos minerais que contêm matéria orgânica em pequena quantidade e em estado de completa decomposição. Entretanto, fez diferença para os solos que contêm altos teo-

res de matéria orgânica incompletamente decomposta.

O método de oxidar a matéria orgânica do solo pela água oxigenada, a despeito de ser o mais correntemente empregado, não é, segundo PURI e SARUP (49), o mais eficiente. Estes autores compararam três métodos para a destruição da matéria orgânica, avaliando a eficiência de cada um, em termos de carbono remanescente depois do tratamento. Os métodos comparados foram: o da água oxigenada, o do hipobromito de sódio e o do permanganato de potássio. Os melhores resultados foram obtidos com este último oxidante que deixou nas amostras, apenas diminutas quantidades de carbono orgânico.

Drosdoff e Miles (BEALE, 8), estudando a ação da água oxigenada sobre mica intemperizada, observaram que a fração grossa pode ser diminuída em favor da fina, devido à ação deste oxidante. Os autores concluíram dizendo que provavelmente os resultados da análise mecânica de solos ricos em mica poderiam ser também afetados.

BEALE (8), ao pesquisar o efeito da matéria orgânica sobre a dispersão de amostras de solos lateríticos, achou que provavelmente seja desnecessária a oxidação do componente orgânico, antes da análise mecânica. Observou que as amostras tratadas com água oxigenada deram resultados de argila, apenas levemente mais altos e que não houve relação definida entre o conteúdo de matéria orgânica e a diferença entre as porcentagens de argila obtida com e sem o pré-tratamento com o oxidante. O autor concluiu dizendo que, em análises mecânicas de rotina, o pré-tratamento com água oxigenada pode ser omitido para os solos lateríticos.

Este mesmo problema foi estudado detalhadamente por KILMER e ALEXANDER (32), os quais afirmaram que... "o efeito da matéria orgânica sobre a dispersão varia amplamente com os diferentes solos, dependendo da quantidade e natureza da argila e da matéria orgânica presentes e do subsequente tratamento empregado." Estes autores, apelando para

a experiência que têm com uma grande variedade de solos, concluíram que o tratamento com peróxido de hidrogênio é uma necessidade, pois, reduz o número de resultados alterados em consequência duma dispersão incompleta.

VERDADE (65) estudou a eficiência da água oxigenada para destruir a matéria orgânica do solo. Este autor reconheceu que a eliminação do componente orgânico não é completa por esse método, qualquer que seja a concentração empregada, mas que, lavando-se as amostras depois da adição do oxidante os resultados são bem melhores. Concluiu afirmando que a concentração do peróxido de hidrogênio tem pouca influência sobre a remoção da matéria orgânica e que o parcelamento do volume total necessário é mais eficiente do que a adição desse volume de uma só vez.

As alterações que a água oxigenada causa nas amostras de solo foram estudadas também por MARTIN (35). Este pesquisador observou a presença de oxalato de cálcio em cinco por cento das amostras tratadas com peróxido de hidrogênio. Para pesquisar a ocorrência, desenvolveu um trabalho do qual concluiu que o oxalato de cálcio é formado durante o tratamento com a água oxigenada e que a possibilidade de formação daquele composto pode ser eliminada pela remoção total das fontes de iônios cálcio das amostras de solo.

KONHKE (33) aconselhou também que se empregasse água oxigenada no pré-tratamento das amostras destinadas à análise mecânica. Recomendou, da mesma forma que ALARCÓN (2), para solos ricos em manganês, que se juntasse previamente ácido acético glacial para evitar a decomposição catalítica do peróxido de hidrogênio pelo bióxido de manganês.

Um dos raros trabalhos sobre a análise mecânica dos solos do Estado de São Paulo foi apresentado por MEDINA e GROHMANN (38) ao 6º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Os autores desenvolveram um estudo sobre o método da pipeta, dando ênfase à operação de dispersão das amostras. Con



cluíram, baseados nos resultados obtidos, recomendando o em prêgo de um método de dispersão simplificado, sem o pré-tratamento com água oxigenada.

A influência da matéria orgânica sôbre a dispersão de amostras de solos do Rio Grande do Sul foi estudada por BERGOGLIO (9). A autora concluiu que, para os solos com baixo teor dêsse constituinte, não há diferença nos resultados obtidos quando é realizado ou não o tratamento com água oxigenada. Entretanto, para os solos ricos em matéria orgânica, as porcentagens de argila foram bem maiores quando foi feita a aplicação do oxidante. Tendo em vista os resultados obtidos, a autora acha, no entanto, interessante que se proceda a um estudo mais detalhado do assunto.

A destruição da matéria orgânica, como um pré-tratamento de amostras destinadas à análise mecânica pelo método da pipeta, foi aconselhada por RANZANI e KIEHL (53) para o caso dos solos cujo conteúdo, dêste constituinte, seja maior do que 2%. Preconizaram a água oxigenada a 30%, adicionada parceladamente, de 5 em 5 ml, a espaços de 45 min até que tôda a matéria orgânica fôsse oxidada.

PAULA SOUZA (42) realizou um estudo com dez solos do Paraná, apresentando teores variáveis de matéria orgânica, de 1 até 29%, para determinar até que ponto a fração orgânica influi na determinação da argila. Seus resultados demonstraram que em "solos com teores até 7% de matéria orgânica, quando esta foi eliminada, houve uma diminuição" e nos solos "com mais de 7%, ao se fazer a destruição da matéria orgânica, obteve-se um aumento na porcentagem de argila." O autor concluiu afirmando que a eliminação da matéria orgânica é indispensável para se evitarem resultados muitas vezes errôneos e inaceitáveis.

O aspecto mais estudado da questão de se eliminar ou não a matéria orgânica, como primeiro passo para a dispersão de amostras de terra, tem sido o do efeito da



quantidade deste constituinte. Salvo raras exceções, os autores não se têm preocupado em restringir suas apreciações a solos de mesma natureza, devendo-se talvez a isto a falta de concordância nas conclusões.

## 2.2 - Solubilização e eliminação do efeito cimentante dos sesquióxidos

Truog et al (BAVER, 7) aconselharam a remoção destes constituintes do solo, por meio de ácido oxálico e sulfito de sódio, para análises mecânicas realizadas com finalidades especiais.

Para análises petrográficas, MARSHALL e JEFRIES (34) propuseram um método de remoção dos sesquióxidos do solo com ácido clorídrico diluído.

BAVER (7), no entanto, adverte que a validade dos resultados das análises mecânicas, quando se faz a eliminação dos sesquióxidos, é discutível, pois fazem parte do material coloidal do solo, especialmente dos Latosolos.

Tendo em mira a mesma finalidade de MARSHALL e JEFRIES (34), AGUILERA e JACKSON (1) reduziram os óxidos de ferro e de alumínio com ditonito e citrato de sódio para removê-los das amostras de solo e de argila.

O Método Internacional A, segundo as observações de INFANTE (27), não é eficiente para dispersar grande parte da fração fina presente em alguns solos derivados de cinzas vulcânicas, devido ao forte poder cimentante dos sesquióxidos. O autor citado efetuou, com a finalidade de conseguir um método de dispersão eficiente para estes solos, a comparação entre o grau de dispersão pelo Método Internacional A e pelo método que substitui o ácido clorídrico pela solução de Tamm (mistura de oxalato de sódio e de ácido oxálico, com pH 3,2). Os resultados da análise mecânica, apresentados pelo autor, mostram que houve um aumento surpreen-

dente nas porcentagens de argila, quando foi empregada a solução de Tamm, antes da dispersão com hidróxido de sódio.

A eliminação dos sesquióxidos foi também aconselhada por BARSHAD (6), como um tratamento prévio das amostras a serem submetidas à análise mecânica, no estudo quantitativo do desenvolvimento de perfis de solo.

TAVARES (60) apresentou ac 8º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, uma nota prévia de um estudo sobre a dispersão de amostras de solos ricos em sesquióxidos, tendo empregado um pré-tratamento com ácido oxálico em vez de ácido clorídrico, como prescrevera o Método Internacional A. Amostras de 25 g de terra foram tratadas em percoladores, com 500 ml de uma solução de ácido oxálico 0,02 N, antes da peptização com hidróxido de sódio. Segundo os resultados apresentados pelo autor, o aumento nas porcentagens de argila obtido pelo método que incluiu este tratamento foi, para os solos ricos em sesquióxidos das regiões de Piracicaba e Ribeirão Preto, de 40 e 36 % respectivamente. Entretanto, Tavares afirmou que necessita de um maior número de dados para comprovar definitivamente este método que parece tão eficiente.

A eliminação do efeito cimentante dos sesquióxidos de ferro e de alumínio, como Baver assinalou, é uma questão bem mais complicada do que a eliminação do efeito da matéria orgânica.

### 2.3 - Remoção dos catiônios flocculantes e peptização das partículas coloidais

A eliminação dos catiônios flocculantes, como cálcio e magnésio, e a sua substituição por um outro altamente hidratado, como o lítio ou o sódio, é o caminho que vem sendo usado para se conseguirem dispersões estáveis. O Método Internacional A, para esta finalidade, propõe que as amostras sejam tratadas com ácido clorídrico diluído e depois,

com hidróxido de sódio.

JENNINGS et al (30) aconselharam a peptização com carbonato de sódio, segundo as recomendações de Joseph e Martin.

Bouyoucos (PIPER, 45), em 1927, usou empiricamente o silicato de sódio em amostras não tratadas previamente com ácido clorídrico. Ainda neste mesmo ano, BOUYOUCOS (13) recomendou o emprêgo do hidróxido de sódio ou de potássio para a obtenção de dispersões do solo.

STEENKAMP (59) foi dos primeiros a reconhecer as vantagens do pré-tratamento das amostras com ácido clorídrico diluído. Êste autor concluiu, de suas pesquisas, que as porcentagens de argila eram sempre mais elevadas quando empregava o pré-tratamento com ácido clorídrico, quer usasse ou não dispersante.

A relação entre as bases trocáveis e a dispersão foi estudada por THOMAS (62). Êste pesquisador concluiu que, para alguns solos, o tratamento com ácido clorídrico, acompanhado de lavagem dos materiais solúveis e subsequente emprêgo de um dispersante deu os melhores resultados. Observou, ainda, que em muitos casos os solos sódio-saturados foram os mais completamente dispersados.

O tratamento com ácido clorídrico foi considerado imprescindível por Olmstead (KILLMER e ALEXANDER, 32), quando eram empregados o hidróxido de amônio ou o de sódio como dispersantes. Entretanto, o autor sugere que se dispense o tratamento com êsse ácido quando se empregar oxalato de sódio.

PURI (47), estudando o uso do carbonato de amônio como reagente para a determinação das bases trocáveis, idealizou um método simples de dispersão. As amostras, segundo êste método, devem ser fervidas com uma solução de carbonato de amônio e, depois, com 4 a 8 ml de uma solução de hidróxido de sódio 1 N para cada 10 g de terra. Segundo o mesmo



autor, êste método seria muito eficiente para os solos ricos em cálcio, para os ferruginosos e para os húmicos.

Partindo de uma idéia de Bouyoucos, BEALE (8) empregou 8 ml de uma mistura de oxalato de sódio e hidróxido de sódio para 10 g de solos ricos em sesquióxidos, tendo obtido suspensões muito estáveis. A maior desvantagem que êste autor assinalou para o emprêgo, apenas, de hidróxido de sódio foi a dificuldade de se calcular a correção, para as porcentagens de argila, devida ao pêsso de dispersante presente na suspensão. Embora tivesse usado sempre a mesma concentração de hidróxido de sódio, o valor da correção variava consideravelmente de uma determinação para outra. A mistura dispersante deu, através de ensaios em branco, correções que sempre se aproximaram muito dos valores calculados teóricamente. Uma tentativa de correlacionar o pH das amostras com a quantidade de dispersante necessária para a completa dispersão não foi bem sucedida.

PIPER (45), no entanto, aconselhou o emprêgo de 10 ml de uma solução de soda 1 N para cada 10 g de terra, tratadas segundo o Método Internacional A.

ALARCÓN (2) também aconselhou o emprêgo de soda, mas na quantidade de 8 ml de uma solução 1 N para peptizar amostras de 20 g. Entretanto, êste autor observou que nem sempre essa quantidade de dispersante era necessária; seria suficiente que se adicionasse cêrca de 1,3 ml do dispersante para cada grama de argila presente na amostra.

A COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A. (18) propôs, na Primeira Reunião Brasileira de Ciência do Solo, o emprêgo de amoníaco a 1% como agente dispersante. Esta escolha deve ter sido feita levando-se em conta que os resultados obtidos, neste caso não exigem correção devido ao pêsso do dispersante.

PURI (48) fêz, baseado em suas pesquisas, a afirmação de que, para se conseguir a completa dispersão de um

solo, deve-se convertê-lo num salóide sódio saturado, o que se dá a um pH 10,8. Alguns solos poderiam atingir completa dispersão a pH mais baixo, entretanto todos atingiriam esse estado a pH 10,8. Segundo este pesquisador, os máximos de argila foram obtidos pelo tratamento com ácido clorídrico e soda.

KILMER e ALEXANDER (32) adotaram o hexametáfosfato de sódio, segundo as indicações de Tyner, como agente peptizante, cuja eficiência comprovaram para uma grande variedade de solos.

Uma comparação do efeito dispersante do Calgón, da soda e do amoníaco, sobre amostras de solos do Rio Grande do Sul, foi apresentada por BERGOGLIO (10) ao V Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. A autora concluiu que a soda foi sempre superior aos demais dispersantes, salvo no caso dos solos ricos em carbonatos, para os quais o Calgon foi o mais eficiente.

RANZANI (52) apresentou, também, ao V Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, tese sobre uma modificação do método do hidrômetro de Bouyoucos, tendo empregado para a dispersão de amostras de 50 ou 100 g de terra, 10 ml de uma solução de Calgon a 5%.

MEDINA e GROHMANN (38), com o intuito de conseguir um método prático e eficiente de análise mecânica de solos, pesquisaram vários pontos relacionados com o problema, dando atenção especial à dispersão. Os autores concluíram que nenhum dos métodos estudados pode ser integralmente utilizado para os nossos solos por apresentarem, todos eles, pontos desfavoráveis. Tendo em vista os resultados obtidos, propuseram o emprêgo de 50 ml de uma solução de hidróxido de sódio 0,1 N para dispersar amostras de 10 g de terra. Os autores conseguiram com esse método dispersar, inclusive, a "Terra Roxa Legítima" que, segundo eles, constitui o mais sério problema, quanto à dispersão, dentre os so

los do Estado de São Paulo.

RANZANI e KIEHL (53) adotaram, também, o hidróxi- do de sódio 0,1 N na proporção de 50 ml para subamostras de 10 g.

Um trabalho de comparação entre a eficiência dis- persante do hidróxido de sódio, do carbonato de lítio, do a moníaco e do hexametáfosfato de sódio, sôbre amostras de "Terra Roxa", "Terra de Campo" e "Terra de Baixada" do Para ná, foi desenvolvido por PAULA SOUZA (42). As conclusões obtidas pelo autor foram as seguintes:

- a - o carbonato de lítio foi o melhor dispersante para "Terra Roxa", embora não tenha permitido boa desagregação, que só foi conseguida depois de um trabalho manual;
- b - o hidróxido de amônio apresentou-se como desa gregante de ação média, mas como dispersante de baixa eficiência;
- c - o hexametáfosfato de sódio revelou-se mau de- sagregante e, como dispersante foi melhor a penas do que o amoníaco;
- d - o hidróxido de sódio foi o melhor dispersante para "Terra de Baixada" e para a "Terra de Cam po", tendo sido suplantado apenas pelo carbo nato de lítio na dispersão da "Terra Roxa". A lém de melhor dispersante, o hidróxido de só- dio apresentou-se como o melhor desagregante.

ARAÚJO (4) e PAVAGEAU et al (41) também aconse - lharam o hidróxido de sódio, embora em quantidades um pouco diferentes, para a dispersão de amostras de solos, a serem submetidas à análise mecânica.

Parece, em vista do que o exame da literatura re- velou, que os autores são, de maneira geral, concordes quan to ao emprêgo do hidróxido de sódio como dispersante para



os solos brasileiros.

#### 2.4 - Dispersão mecânica

A agitação com água ou com um dispersante e a ebulição constituem métodos físicos de dispersão utilizados desde há muito tempo. Ambos os métodos têm sua eficiência ligada ao processo de hidratação dos colóides.

PURI e KEEN (46) demonstraram que o grau de dispersão aumenta com o período de agitação, mas que este aumento é muito lento depois de 20 a 24 h.

Referindo-se à fervura como meio físico de dispersão, WIEGNER (66) afirmou que 1 h de ebulição produz o mesmo efeito do que a agitação durante um período de 6 h.

WINTERS (67) apresentou um trabalho sobre a preparação de amostras para análise mecânica pelo método da pipeta, no qual estudou o efeito de diferentes períodos de agitação sobre o grau de dispersão das suspensões. Concluiu que as curvas de dispersão tornam-se assintóticas em 48 h de agitação num aparelho de Wiegner ou num agitador horizontal.

BOUYUCOS (15) concluiu, de seus trabalhos, que a agitação rápida durante 10 min corresponde a 16 h de agitação lenta num aparelho de agitação horizontal. Não aconselhou períodos mais longos de agitação rápida porque a violência da operação tende a quebrar as partículas de areia.

PIPER (45), relatando os métodos de dispersão, afirmou que não há nenhum aparelho especial para a operação de desagregação das amostras e que qualquer tipo pode ser usado, embora o de Wiegner seja dos mais eficientes.

BAVER (7), referindo-se à dispersão física, apontou os aparelhos de Wiegner, os rotativos e os agitadores horizontais como os mais comumente empregados. Advertiu também que a desagregação da amostra sem quebrar as partí-

culas texturais é uma das condições essenciais para o sucesso de uma análise mecânica. Esse mesmo autor, ao referir-se à ebulição, disse que a eficiência desse método está ligada ao conteúdo de eletrólitos na suspensão. Quando sais neutros não estão presentes, a ebulição é eficiente, mas, quando estes compostos estão presentes, ocorre a tendência de flocculação dos colóides.

Parece, do exame da bibliografia relatada neste item, que o método de dispersão física, sujeito a menores complicações e bastante eficiente, deva ser o da agitação lenta durante mais de 20 h.

\*

\* \*



### 3 - MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 - Material

##### 3.1.1 - Solos

As amostras de terra que serviram de objeto para êste trabalho, provêm de três unidades taxonômicas distintas, largamente distribuídas no município de Piracicaba (RANZANI et al, 55) e, provavelmente, em todo o Estado de São Paulo (COMISSÃO DE SOLOS, 19). Estas unidades taxonômicas são: Latosol Vermelho-Amarelo, Podsolúico Vermelho-Amarelo e Hidromórfico Húmico Gleizado. As amostras foram coletadas dos horizontes Ap de perfis representativos daquelas unidades que, em Piracicaba, foram designadas por RANZANI et al (55) respectivamente como: Série Monte Alegre, Série Ibitiruna e Série Monte Olimpo. Êstes solos apresentam características bem diferentes quanto ao conteúdo de matéria orgânica, de sesquióxidos e de argila, prestando-se muito bem para o estudo de comparação da eficiência de métodos químicos de dispersão.

##### a - Horizonte Ap da Série Monte Alegre

A coleta de amostra de terra foi feita junto à margem direita da estrada Piracicaba - Monte Alegre, nas proximidades do aeroporto "Pedro Morganti". O horizonte superficial coletado apresenta as seguintes características:

Ap 0-35 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4; pardo avermelhado escuro 2,5YR 3/4 úmido); barro argiloso; granular média a grossa, moderada a forte; duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas abundantes; cascalhos (1 cm de diâmetro, irregulares) esparsos; limite claro, ondulado.

Encontram-se, no quadro 1, as características químicas do horizonte Ap e, no quadro 2, as do respectivo complexo coloidal (RANZANI et al, 54).

Quadro 1 - Características químicas do horizonte Ap da Série Monte Alegre

pH (água 1:1)	g/100 g terra				meq/100 g de terra					V%
	C	mat. org.	N	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre	Ca	Mg	K	H	T	
6,0	1,30	2,25	0,13	10,06	7,07	1,26	0,09	0,11	8,52	98,7

Quadro 2 - Características químicas do complexo coloidal do horizonte Ap da Série Monte Alegre

moles / 100 g de terra				SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0,832	0,141	0,119	0,077	3,43

b - Horizonte Ap da Série Ibitiruna

A coleta da amostra foi efetuada numa área situada à margem esquerda da estrada Piracicaba-Conchas, um pouco além do bairro do Pau Queimado, à altura da encruzilhada para o bairro Passa Cinco. As características do horizonte Ap desse perfil são as seguintes:

Ap 0-40 cm; cinza avermelhado (5YR 5/2; 5YR 4/2, úmido); barro arenoso, influenciado pela matéria orgânica; granular, média, moderada, sustentado por raízes fasciculadas abundantes; solto, muito friável, não plástico, limite claro, suave.

Os quadros 3 e 4 contêm as características químicas

cas dêsse horizonte e as do complexo coloidal (RANZANI et al, 55).

Quadro 3 - Características químicas do horizonte Ap da Série Ibitiruna\*

pH (água 1:1)	g/100 g terra				meq/100 g de terra					V%
	C	mat. org.	N	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre	Ca	Mg	K	H	T	
5,2	0,87	1,51	0,08	0,20	1,93	0,30	0,80	1,71	4,07	58,9

Quadro 4 - Características químicas do complexo coloidal do horizonte Ap da Série Ibitiruna

moles/100 g de terra				SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0,066	0,035	0,014	0,006	1,35

c - Horizonte Ap da Série Monte Olimpo

A amostra de terra foi coletada de um perfil exposto à margem direita da rodovia Piracicaba - Santa Bárbara d'Oeste, no entroncamento com a estrada para o Bairro de Dois Córregos. As características morfológicas do horizonte em a preço são as seguintes:

Ap 0-15 cm; cinza (10YR 6/1; 10YR 4/1, úmido); mosqueamento de matéria orgânica onde em contato com raízes; argila arenosa; maciço; duro; firme, ligeiramente pegajoso; limite difuso.

O quadro 5 contém as características químicas dêsse horizonte e o quadro 6, as do respectivo complexo coloidal (RANZANI et al, 55).



Quadro 5 - Características químicas do horizonte Ap da Série Monte Olimpo

pH (água 1:1)	g/100 g terra				meq/100 g de terra					V%
	C	mat. org.	N	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre	Ca	Mg	K	H	T	
4,2	2,92	5,03	0,28	0,12	1,16	0,60	0,04	4,30	10,15	17,8

Quadro 6 - Características químicas do complexo coloidal do horizonte Ap da Série Monte Olimpo

moles/100 g de terra				SiO <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1,224	0,099	0,017	0,030	10,55

### 3.1.2 - Aparelhos utilizados

#### a - Tanque de temperatura controlável

Empregou-se um tanque (H) de temperatura controlável de fabricação da Lutz Ferrando S.A., com o intuito de manter constante a temperatura das suspensões durante a determinação da argila. Esse aparelho que está representado na figura 1, consta de uma caixa de vidro, montada sobre cantoneiras de ferro, medindo 70 x 50 x 60 cm, podendo comportar até 17 cilindros de sedimentação. Apoiada em dois bordos dessa caixa, no sentido da sua largura, há uma placa metálica suportando um termostato ligado a um par de resistências elétricas. A sensibilidade do termostato é de 0,5°C, considerada satisfatória à luz das observações conduzidas por WINTERS (67). O tanque de temperatura controlável é dotado de um revolvedor elétrico, tipo centrífugo, para homogeneizar a temperatura de toda a massa d'água desse banho. Os cilindros de sedimentação foram dispostos ordenadamente dentro do tanque, sobre um estrado metálico cuja altura permitia mantê-los i-

mersos até os respectivos traços de referência. Peças de madeira, recortadas de forma a se adaptarem aos cilindros de sedimentação, foram utilizadas para fixá-los firmemente, evitando-se que sofressem oscilações que pudessem interferir no processo de sedimentação das partículas.

#### b - Pipeta semi-automática

Utilizou-se, para pipetar as alíquotas das suspensões, um aparelho semelhante ao descrito por PIPER (45), o qual está representado na figura 1. Este aparelho é constituído das seguintes partes: uma garrafa de sucção (C), ligada a uma trompa (A), comunicando-se, por meio de um tubo bifurcado, com o frasco regulador da sucção (B) e com a pipeta (G), sustentada por um suporte flexível (F), móvel em todas as direções e fixado a um dos bordos do tanque de temperatura controlável. O frasco regulador da sucção é um cilindro de 50 cm de altura, por 4 cm de diâmetro, contendo água até uns 40 cm acima da base. Este frasco tem uma entrada de ar (a) regulável por uma presilha, ajustada para se conseguir encher a pipeta num espaço de tempo de cerca de 12 segundos. O frasco regulador da entrada de ar (D), situado entre a garrafa de sucção e a pipeta, permite ajustar o volume da suspensão na pipeta até seu traço de referência. Um bulbo de borracha (E), munido de uma presilha (e) permite a descarga natural da pipeta para se recolherem as alíquotas ou o esvaziamento sob pressão para lavagem da pipeta entre uma e outra pipetagem. A tomada das alíquotas é feita da seguinte maneira: introduz-se cuidadosamente a pipeta na suspensão, até a profundidade conveniente e abre-se a torneira c, até que seja admitido um volume de suspensão um pouco acima do traço de referência da pipeta; fecha-se a torneira c; retira-se a pipeta da suspensão e abre-se a torneira d, eliminando-se o excesso de suspensão gota a gota; fecha-se a torneira d; recolhe-se a alíquota em um recipiente de tamanho conveniente, soltando-se a presilha e. Entre uma e outra tomada de alí --





quota, lava-se a pipeta com água destilada, repetindo-se as operações de pipetagem.

c - Agitador horizontal

Utilizou-se um agitador horizontal "Eberbach" provido de regulador de velocidade, com capacidade para 12 frascos. Foi adaptada a este aparelho uma plataforma maior do que a original para permitir a condução de 34 provas de cada vez.

d - Potenciômetro

O aparelho utilizado para a determinação do pH das suspensões foi um potenciômetro "Cambridge" portátil. Este aparelho é dotado de dispositivos para correção da temperatura e permite leituras com aproximação de centésimos.

3.1.3 - Reagentes

As soluções utilizadas foram preparadas da seguinte maneira:

a - Ácido clorídrico aproximadamente 0,2 N  
Diluíram-se 17,5 ml de ácido clorídrico concentrado em água destilada, completando-se o volume da solução a 1 litro.

b - Ácido oxálico aproximadamente 0,05 N.  
Dissolveram-se 3,15 g de ácido oxálico em água destilada, completando-se o volume da solução a 1 litro.

c - Hidróxido de sódio 1 N. Dissolveram-se 80 g de hidróxido de sódio em água destilada completando-se o volume a 1 litro. Titulou-se a solução obtida com ácido clorídrico 0,1 N, empregando-se vermelho de metila como indicador. Tomou-se um volume conveniente da solução de hidróxido de sódio e completou-se a 1 litro para se obter uma solução 1 N.

d - Oxalato de sódio 0,5 N. Esta solução foi preparada dissolvendo-se 33,5 g do sal em água destilada

e completando-se o volume da solução a 1 litro.

e - Mistura dispersante: Tomaram-se, segundo as indicações de BEALE (8), três partes de hidróxido de sódio 1 N e misturaram-se com cinco partes de oxalato de sódio 0,5 N.

f - Hexametáfosfato de sódio: Este dispersante foi preparado segundo as indicações de KOHNKE (33), aquecendo-se fosfato monossódico ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) numa cápsula de porcelana durante 90 min a  $650^\circ\text{C}$ . O sal completamente fundido foi posto para esfriar sobre uma placa de mármore mantida num dessecador. Em seguida pesaram-se 35,70 g desse composto e 7,95 g de carbonato de sódio, que foram dissolvidos em água destilada, completando-se o volume da solução a 1 litro.

g - Carbonato de amônio aproximadamente 1 N: Preparou-se essa solução dissolvendo-se 48 g do sal em água destilada e completando-se o volume a 1 litro.

### 3.2 - Método

#### 3.2.1 - Delineamento experimental

Foi conduzido em laboratório, para cada um dos solos aos quais já se fez referência no item anterior, um experimento fatorial  $2 \times 3 \times 3 \times 5$  visando a comparar a eficiência de métodos químicos de dispersão. Os fatores (reagentes) considerados foram aplicados às subamostras na seguinte ordem:

- a - água oxigenada depois da subamostragem (presença ou ausência);
- b - ácidos (ácido clorídrico, ácido oxálico e ausência de ácido);
- c - agentes dispersantes (hidróxido de sódio, mistura dispersante e hexametáfosfato de sódio);



d - quantidade de dispersante (5 doses crescentes).

Estas doses estão indicadas nos quadros 7, 8 e 9 os quais contêm o esquema dos tratamentos e sua identificação numérica. Destaque-se que, apenas para a Série Monte Alegre, em lugar de 20 ml de soda, como está assinalado no esquema, empregaram-se 25 ml.

Durante a realização do experimento, verificou-se a conveniência de ampliar o plano de pesquisa, a fim de comprovar a eficiência de outra modalidade de aplicação da água oxigenada e também a eficiência do método de Puri. Essa ampliação constou de mais 35 tratamentos, dos quais 5 correspondentes a um experimento inteiramente casualizado referente ao método de Puri e os outros 30, a um fatorial  $2 \times 3 \times 5$ . Os tratamentos do fatorial  $2 \times 3 \times 5$  foram:

- a - ácido clorídrico (ausência ou presença);
- b - dispersantes (hidróxido de sódio, mistura dispersante e hexametáfosfato de sódio);
- c - quantidade de dispersante (5 doses crescentes).

Estes tratamentos foram aplicados em subamostras obtidas a partir de terra previamente tratada com água oxigenada. A relação desses 35 tratamentos acrescentados ao plano encontra-se no quadro 10.

Os três experimentos, um para cada solo, apresentados nos parágrafos anteriores, foram conduzidos inteiramente ao acaso com 4 repetições.

Foram estabelecidos quatro grupos de tratamentos, a saber:

grupo 1 - tratamentos de 1 a 90, correspondentes ao fatorial  $2 \times 3 \times 3 \times 5$ ;

grupo 2 - tratamentos de 91 a 120, referentes ao fatorial  $2 \times 3 \times 5$ ;

grupo 3 - tratamentos de 121 a 125, referentes ao experimento inteiramente casualizado que corresponde ao método de Puri;

grupo 4 - tratamentos de 1 a 15 e mais os de 31 a 45. Este grupo, formado por partes do grupo 1, inclui o emprêgo da água oxigenada depois da subamostragem, sendo destacado apenas para possibilitar a sua comparação com o grupo 2.

### 3.2.2 - Critérios e convenções

O critério usado para a comparação dos tratamentos foi a porcentagem de argila determinada pela análise mecânica conduzida pelo método da pipeta, segundo as indicações de KILMER e ALEXANDER (32).

A eleição final dos tratamentos mais recomendáveis, entre os evidenciados pela análise estatística, foi feita levando em consideração a simplicidade de operação e a economia de tempo e de reativos.

Os dados experimentais foram transformados em ângulos (SNEDECOR, 56) e submetidos à análise estatística de acordo com os esquemas usuais.

Durante a análise, o resíduo foi decomposto para se verificar a sua homogeneidade; não se tendo mostrado homogêneo, recorreu-se a uma redução dos graus de liberdade dos tratamentos e resíduo, conforme as recomendações de BOX (16).

Feita a análise da variância e uma vez que a hipótese da independência entre os tratamentos não se verificou para o caso presente, procedeu-se ao estudo da correlação e

regressão para refletir aquela dependência (PIMENTEL GOMES, 44).

As convenções utilizadas para apresentar os limites fiduciais de "teta" na análise da variância e de significância para os testes t e de Duncan, aos níveis de 5%, 1% e 0,1%, foram respectivamente um, dois e três asteriscos (SNEDECOR, 57).

A equivalência, entre resultados que não diferiram estatisticamente, foi representada por uma barra horizontal.

### 3.2.3 - Amostragem dos solos

As amostras foram obtidas seguindo-se as recomendações usuais: exposição do perfil, identificação do horizonte e, uma vez confirmadas as previsões para a unidade taxonômica (no caso, Séries Monte Alegre, Ibitiruna e Monte Olimpo), coletaram-se aproximadamente 10 kg do material do horizonte Ap.

As amostras foram preparadas no laboratório de acordo com as recomendações de RANZANI e KIEHL (53): depois de secas à sombra, foram passadas em tamis de crivos de 2mm e acondicionadas em latas de fechamento perfeito, devidamente identificadas.

### 3.2.4 - Tratamento com os reagentes

#### a - Água oxigenada

Para a eliminação da matéria orgânica das amostras ou das subamostras seguiu-se a técnica de KILMER e ALEXANDER (32).

Quando se fez a eliminação da matéria orgânica anteriormente à subamostragem analítica, colocou-se aproximadamente 1 kg de terra em vaso da boêmia de 5 litros e quando aquela operação foi posterior à subamostragem, colocaram-se 10 g de terra em Erlenmeyer de 500 ml. Em ambos os casos,

Quadro 7 - Esquema do fatorial 2x3x3x5. Tratamentos de 1 a 30

Tratamen- to Nº	Pré-tratamento		Peptização		
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ácidos	Dispensan- te	ml	
1	Aplicação pos- terior à suba- mostragem	clorídrico	soda	2,5	
2		"	"	5,0	
3		"	"	7,0	
4		"	"	10,0	
5		"	"	20,0	
6		"	"	mistura dis	5,0
7		"	"	persante	8,0
8		"	"	"	12,0
9		"	"	"	15,0
10		"	"	"	20,0
11		"	"	hexameta-	4,0
12		"	"	fosfato de	7,0
13		"	"	sódio	10,0
14		"	"	"	15,0
15		"	"	"	20,0
16	"	oxálico	soda	2,5	
17	"	"	"	5,0	
18	"	"	"	7,0	
19	"	"	"	10,0	
20	"	"	"	20,0	
21	"	"	mistura dis	5,0	
22	"	"	persante	8,0	
23	"	"	"	12,0	
24	"	"	"	15,0	
25	"	"	"	20,0	
26	"	"	hexameta-	4,0	
27	"	"	fosfato de	7,0	
28	"	"	sódio	10,0	
29	"	"	"	15,0	
30	"	"	"	20,0	



Quadro 8 - Esquema do fatorial 2x3x3x5. Tratamentos de 31 a 60

Tratamen- to Nº	Pré-tratamento		Peptização		
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Acidos	Dispersan- te	ml	
31	Aplicação posterior à su- bamostragem	sem ácido	soda	2,5	
32		"	"	5,0	
33		"	"	"	7,0
34		"	"	"	10,0
35		"	"	"	20,0
36	"	"	mistura dis- persante	5,0	
37	"	"		8,0	
38	"	"		12,0	
39	"	"		15,0	
40	"	"		20,0	
41	"	"	hexameta- fosfato de sódio	4,0	
42	"	"		7,0	
43	"	"		10,0	
44	"	"		15,0	
45	"	"		20,0	
46	sem	clorídrico	soda	2,5	
47	"	"	"	5,0	
48	"	"	"	7,0	
49	"	"	"	10,0	
50	"	"	"	20,0	
51	"	"	mistura dis- persante	5,0	
52	"	"		8,0	
53	"	"		12,0	
54	"	"		15,0	
55	"	"		20,0	
56	"	"	hexameta- fosfato de sódio	4,0	
57	"	"		7,0	
58	"	"		10,0	
59	"	"		15,0	
60	"	"		20,0	

Quadro 9 -- Esquema do fatorial 2x3x3x5. Tratamentos de 61 a 90

Tratamen- to Nº	Pré-tratamento		Peptização	
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ácidos	Dispersan- te	ml
61	sem	oxálico	soda	2,5
62	"	"	"	5,0
63	"	"	"	7,0
64	"	"	"	10,0
65	"	"	"	20,0
66	"	"	mistura dis-	5,0
67	"	"	persante	8,0
68	"	"	"	12,0
69	"	"	"	15,0
70	"	"	"	20,0
71	"	"	hexameta-	4,0
72	"	"	fosfato de	7,0
73	"	"	sódio	10,0
74	"	"	"	15,0
75	"	"	"	20,0
76	"	sem ácido	soda	2,5
77	"	"	"	5,0
78	"	"	"	7,0
79	"	"	"	10,0
80	"	"	"	20,0
81	"	"	mistura dis-	5,0
82	"	"	persante	8,0
83	"	"	"	12,0
84	"	"	"	15,0
85	"	"	"	20,0
86	"	"	hexameta-	4,0
87	"	"	fosfato de	7,0
88	"	"	sódio	10,0
89	"	"	"	15,0
90	"	"	"	20,0

Quadro 10 -- Esquema do fatorial 2x3x5 e do método de Puri.  
Tratamentos de 91 a 125

Tratamen- to Nº	Pré-tratamento		Peptização		
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ácidos	Dispersan- te	ml	
91	Aplicação anterior à su- bamostragem	clorídrico	soda	2,5	
92		"	"	5,0	
93		"	"	"	7,0
94		"	"	"	10,0
95		"	"	"	20,0
96	"	"	mistura dis- persante	5,0	
97	"	"		8,0	
98	"	"		12,0	
99	"	"		15,0	
100	"	"		20,0	
101	"	"	hexameta- fosfato de sódio	4,0	
102	"	"		7,0	
103	"	"		10,0	
104	"	"		15,0	
105	"	"		20,0	
106	"	sem ácido	soda	2,5	
107	"	"	"	5,0	
108	"	"	"	7,0	
109	"	"	"	10,0	
110	"	"	"	20,0	
111	"	"	mistura dis- persante	5,0	
112	"	"		8,0	
113	"	"		12,0	
114	"	"		15,0	
115	"	"		20,0	
116	"	"	hexameta- fosfato de sódio	4,0	
117	"	"		7,0	
118	"	"		10,0	
119	"	"		15,0	
120	"	"		20,0	
121	Método de Puri		soda	2,0	
122	"		"	4,0	
123	"		"	6,0	
124	"		"	8,0	
125	"		"	12,0	

juntaram-se 5 ml de água destilada e 5 ml de peróxido de hidrogênio a 100-130 volumes para cada 10 g de terra, deixando-se reagir durante cerca de 12 h. Foram feitas quatro adições de água oxigenada, embora PIPER (45) afirme que duas e excepcionalmente três sejam suficientes. Depois de contato com o oxidante, cada prova foi aquecida a 45-50°C durante 10 min, salvo depois do último tratamento, quando se elevou a temperatura para 90°C, durante 30 min, para expulsar todo o excesso de água oxigenada.

No caso em que o tratamento com água oxigenada foi anterior à subamostragem, a terra livre de matéria orgânica foi posta para secar a 50-60°C, durante 12 h.

Antes de se juntar a primeira porção de peróxido de hidrogênio às amostras do perfil Latosólico, adicionou-se ácido acético glacial na proporção de 2 gotas para 10 g de terra, segundo recomenda ALARCÓN (2).

#### b - Ácido clorídrico

O tratamento das subamostras com ácido clorídrico diluído foi feito de acordo com o Método Internacional A (ALARCÓN, 2): adicionaram-se 100 ml de ácido clorídrico 0,2 N em subamostras de 10 g de terra contidas em Erlenmeyer de 500 ml; as provas foram agitadas frequentemente durante a primeira hora de contato, deixando-se repousar por uma noite. Em vez de se proceder à filtração, como aquele método recomenda, preferiu-se usar a seguinte técnica: encher os frascos com água, lançada a jato forte, para revolver a amostra; deixar repousar para que todo o material sólido se decantasse; lavar, sifonando o líquido sobrenadante com auxílio de uma trompa (FUJIHIRA et al, 23). Observou-se que quatro lavagens foram suficientes para eliminar totalmente os cloretos (reação com Ag NO<sub>3</sub> a 1%), ocorrendo peptização a partir da quinta adição de água.



### c - Ácido oxálico

O tratamento das subamostras com ácido oxálico 0,05 N foi feito segundo as indicações de TAVARES (60): adicionaram-se 100 ml de ácido oxálico 0,05 N em subamostras de 10 g de terra; entretanto, em vez de se fazer o ácido percolar através da amostra, seguiu-se a mesma técnica empregada para o tratamento com ácido clorídrico. Usou-se uma única lavagem com água destilada, pois foi observado que, a partir da segunda vez que se adicionava água, a amostra já apresentava sinais de peptização.

### d - Agentes dispersantes

Juntaram-se às subamostras, com auxílio de bureta, volumes variáveis dos dispersantes, conforme os tratamentos descritos em 3.2.1. Em seguida, o volume das suspensões foi ajustado a 50 ml, com água destilada.

#### 3.2.5 - Desagregação por agitação mecânica

As subamostras, contidas nos Erlenmeyer tapados, foram levadas ao agitador horizontal, regulado para dar 120 oscilações por minuto, tendo sido aí mantidas durante 48 h. Todas as provas foram submetidas a esse tipo de desagregação, exceto aquelas dispersadas pelo método de Puri.

#### 3.2.6 - Método de Puri

Este método de dispersão foi conduzido de acordo com as indicações de PURI (47). Juntou-se às subamostras de 10 g de terra, contidas em Erlenmeyer de 500 ml, um volume de 250 ml de uma solução de carbonato de amônio 1 N. Adicionaram-se algumas gotas de querosene para evitar a formação de espuma e procedeu-se à fervura, até que o volume da suspensão se reduzisse à metade. As amostras foram, então, retiradas da placa de aquecimento e se lhes adicionou uma quantidade de

hidróxido de sódio 1 N variável conforme o tratamento indicado no quadro 10.

Juntou-se nos Erlenmeyer, água destilada até completar um volume de 250 ml e colocaram-se na placa de aquecimento para reduzir o volume novamente à metade. Segundo Puri, nesse ponto da evaporação podem-se considerar as subamostras completamente dispersadas.

### 3.2.7 - Determinação da fração argila

O método utilizado para a determinação da fração argila foi o da pipeta, segundo as indicações de KILMER e ALEXANDER (32): depois de dispersadas, as subamostras foram passadas através de um tamis de 0,05 mm, sendo as frações limo e argila recebidas em provetas de sedimentação de 1 litro. A fração retida continuou sendo lavada até se obterem de 800 a 900 ml de suspensão na proveta. Após ter-se completado o volume das suspensões a 1 litro, os cilindros de sedimentação foram mantidos no tanque de temperatura controlável durante aproximadamente 3 h, para que a temperatura das suspensões se equilibrasse com a do banho.

A homogeneização das suspensões foi feita revolvendo-se, durante 1 min, o conteúdo das provetas com uma haste metálica provida de um disco na extremidade inferior, de acordo com o que foi proposto por RANZANI (52).

Entre a homogeneização da suspensão de uma proveta e a da seguinte, fez-se um intervalo de 2 min para possibilitar a tomada das alíquotas em série.

Para a determinação das porcentagens de argila, pipetaram-se alíquotas de 20 ml das suspensões, a 5 cm de profundidade, depois de um tempo de sedimentação calculado com auxílio da fórmula de Stokes (PIPER, 45):

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{gr^2}{n} (D-d)$$

sendo:  $v$  = velocidade de sedimentação em cm/s  
 $g$  = aceleração da gravidade em  $\text{cm/s}^2$   
 $r$  = raio da partícula em cm  
 $n$  = viscosidade do fluido em poises  
 $D$  = densidade da partícula em  $\text{g/cm}^3$   
 $d$  = densidade do fluido em  $\text{g/cm}^3$

As alíquotas foram recebidas em vasos da boêmia de 50 ml de peso previamente determinado e mantiveram-se em estufa a 105-110°C até peso constante. No cálculo dos resultados, considerou-se a correção devida ao emprêgo do dispersante, a qual foi determinada, para cada nova solução dispersante empregada, pela condução de uma prova em branco paralelamente às determinações.

### 3.2.8 - Determinação do pH

Fêz-se a determinação do pH das suspensões, logo após a pipetagem das alíquotas destinadas ao cálculo da porcentagem de argila. Os cilindros de sedimentação foram retirados do tanque de temperatura controlável e levados ao potenciômetro devidamente calibrado.

\*

\* \*

#### 4 - RESULTADOS

Os dados obtidos de cada um dos experimentos foram submetidos à análise estatística, cujos resultados serão apresentados a seguir.

##### 4.1 - Série Monte Alegre

A análise da variância dos dados obtidos revelou valor significativo para "teta" entre tratamentos; em vista disso, fêz-se a decomposição da análise, tal como se encontra no quadro 11.

Pode-se verificar que houve significância entre os grupos estabelecidos. Suas respectivas médias, significâncias e coeficientes de variação, para cujo cálculo foram excluídos os tratamentos que floclaram, estão dispostos na parte superior do quadro 12. Pode-se verificar que a diferença entre as médias obtidas para os grupos 2 e 4 foi altamente significativa. Isto é, os resultados obtidos, quando se empregou a água oxigenada antes da subamostragem, foram mais altos do que no caso em que esse tratamento foi feito depois da subamostragem. Pode-se ainda verificar que o método de Puri constitui o grupo que apresentou as médias de argila mais baixas.

##### 4.1.1 - Fatorial 2x3x3x5

###### a - Efeitos principais

A decomposição da análise da variância (quadro 11) mostrou significância para todos os efeitos principais, exceto para as doses de mistura e de hexametáfosfato. O quadro 12 contém as médias que representam os efeitos principais e as respectivas significâncias calculadas pelo teste t e de Duncan.

As porcentagens de argila, obtidas pelos tratamen-



Quadro 11 - Série Monte Alegre. Análise da variância dos dados obtidos.

Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	D.P.	<i>f</i>
Total	499	5005,5597	-	-	-
Tratamentos	(47) <sup>1</sup> 124	4236,2221	34,16	5,84	4,08 ***
Resíduo	(142) <sup>1</sup> 375	769,3376	2,05	1,43	-
Grupos 1, 2 e 3	2	810,7390	405,13	23,13	14,08 ***
(Trat. grupo 1)	(89)	(3360,7390)	-	-	-
Água oxig. (ox.)	1	42,5947	42,50	6,52	4,56 ***
Ácidos (ac.)	2	104,4618	52,23	7,23	5,06 ***
Dispers. (disp.)	2	45,3097	22,65	4,76	3,33 ***
ml de soda	4	543,1095	135,78	11,65	8,15 ***
ml de mistura	4	11,4850	2,87	1,69	1,18
ml de hexamet.	4	8,7183	2,18	1,48	1,03
Ox. x ac.	2	132,1802	66,09	8,13	5,68 ***
Ox. x disp.	2	407,6057	203,80	14,28	9,99 ***
Ac. x disp.	4	217,6808	54,42	7,38	5,16 ***
Ox. x ac. x disp.	4	159,8160	39,95	6,32	4,42 ***
Inter.restantes	60	1687,8673	-	-	-
Trat. grupo 2	29	39,4184	13,59	1,16	0,81
Trat. grupo 3	4	25,4216	63,60	2,52	1,76 *
Grupos 2 e 4	1	269,37	269,37	16,41	11,40 ***

1 - Grau de liberdade corrigido, segundo BOX (16).

tos com e sem água oxigenada, diferem entre si ao nível de 0,1% de probabilidade. A melhor dispersão, em termos de porcentagem de argila, foi obtida pelos tratamentos nos quais a matéria orgânica sofreu oxidação.

Verifica-se, em relação ao emprêgo de ácidos, que os tratamentos com ácido clorídrico mostraram-se significativamente superiores aos com ácido oxálico e aos que não comportaram nenhum ácido, não sendo significativa a diferença entre estes últimos.

Quanto aos dispersantes, ocorreu variação significativa, observando-se que a mistura dispersante e o hexametafosfato de sódio foram superiores ao hidróxido de sódio.

O estudo das diferentes doses dos dispersantes revelou que somente para a soda houve variação significativa. Observou-se, na comparação das médias obtidas para doses de soda, que a quantidade mínima experimentada e, notadamente, a quantidade máxima foram superadas significativamente pelas demais, tendo estas apresentado ação dispersante equivalente entre si.

#### b - Efeito das interações

A análise de variância mostra que as interações de primeira ordem água oxigenada x ácidos, água oxigenada x dispersantes e ácidos x dispersantes e a de segunda ordem água oxigenada x ácidos x dispersantes foram significativas. Os dados relativos às médias das interações e as significâncias respectivas, calculadas pelo teste de Duncan, encontram-se no quadro 13.

O ácido clorídrico e o oxálico, quando empregados em subamostras tratadas com água oxigenada, produziram melhores resultados do que no caso em que foram empregados em amostras que não sofreram a ação daquele oxidante. Quando o tratamento não incluiu ácidos, a presença de água oxigenada foi menos eficiente. A interação água oxigenada x ácido clorí -

Quadro 12 - Série Monte Alegre. Médias das porcentagens de argila dos grupos e dos efeitos principais do fatorial 2x3x3x5. Significâncias pelo teste t e de Duncan e coeficientes de variação dos grupos e total.

Grupos	Coeficientes de variação	Médias (%)	Significância		
			1/2	1/3	2/4
1	2,90%	40,35			
2	2,35%	42,77	***	***	***
3	4,18%	37,12			
4	2,49%	40,65			
Total	3,35%	42,70	--	--	--

Tratamentos		Médias	Significância		
Água oxigenada	com	42,5	**		
	sem	41,4			
Ácidos	oxálico (1)	41,2	1/2	2/3	1/3
	sem (2)	41,4	--	**	**
	clorídrico (3)	43,2			
Dispersantes	soda (1)	41,1	1/2	2/3	1/3
	hexamet. (2)	42,2	**	--	**
	mistura (3)	42,5			
ml de soda	2,5 (1)	41,7	1/2	2/4	4/5
	5,0 (2)	43,6	**	--	**
	7,0 (3)	43,4			
	10,0 (4)	42,8			
	20,0 (5)	34,0			



drico foi superior a água oxigenada x ácido oxálico, sendo que esta foi, por sua vez, superior a água oxigenada x ausência de ácidos. A interação ácido oxálico x ausência de água oxigenada, como se pode observar, foi inferior às outras duas interações correspondentes.

Seguindo-se a ordem da disposição do quadro 13, encontram-se, a seguir, os dados das interações água oxigenada x dispersantes. A combinação água oxigenada x soda foi inferior a ausência de água oxigenada x soda; ao passo que a interação água oxigenada x hexametáfosfato foi mais eficiente do que a ausência de água oxigenada x hexametáfosfato, enquanto que a presença ou ausência de água oxigenada x mistura foram equivalentes. A combinação hexametáfosfato de sódio x água oxigenada foi superior à mistura dispersante x água oxigenada que, por sua vez, foi superior à soda x água oxigenada. Verifica-se que, em ausência de peróxido de hidrogênio, a mistura dispersante e a soda não diferiram entre si, tendo ambas superado o hexametáfosfato de sódio.

Os dados relativos às interações ácidos x dispersantes encontram-se na parte média do quadro 13. Pode-se observar que a associação ácido clorídrico x soda ou ácido oxálico x soda foi mais eficiente do que ausência de ácido x soda. A mistura dispersante x ácido oxálico forneceu resultados inferiores aos obtidos com a mistura dispersante x ácido clorídrico ou mistura dispersante x ausência de ácido. O hexametáfosfato de sódio x ausência de ácido forneceu resultados equivalentes aos da sua interação com ácido oxálico, sendo, entretanto, superior à interação ácido clorídrico x hexametáfosfato. O ácido clorídrico comportou-se como igualador do efeito dos dispersantes; o ácido oxálico associado ao hexametáfosfato de sódio possibilitou resultados superiores aos obtidos com ácido oxálico x soda ou mistura. Verifica-se, ainda, que a eficiência da soda foi restrita na ausência de ácido.



Quadro 13 - Série Monte Alegre. Fatorial 2x3x3x5. Porcentagens médias de argila devidas às interações e significâncias pelo teste de Duncan.

Interações		Ácidos			Significância		
		clorídrico (1)	Oxálico (2)	Sem (3)	1/2	2/3	1/3
Água oxigenada	com (a)	44,4	42,7	40,5	**	**	**
	sem (b)	42,1	39,6	42,3	**	**	-
Significância a/b		**	**	**	-		

Interações		Dispersantes			Significância		
		Soda (1)	Mistura (2)	Hexamet. (3)	1/2	2/3	1/3
Água oxigenada	com (a)	39,6	42,8	45,2	**	**	**
	sem (b)	42,6	42,2	39,2	-	**	**
Significância a/b		**	-	**	-		

Ácidos				1/2	2/3	1/3
	clorídrico (a)	oxál. (b)	sem (c)			
	41,1	41,1	41,5	-	-	-
	40,7	40,4	42,3	-	**	**
	38,5	42,9	42,8	**	-	**
Significância	a/b	-	*	-	-	-
	b/c	**	**	-	-	-
	a/c	**	**	*	-	-

Interações	Água oxigenada	Ácidos			Significância			
		clorídrico (1)	oxálico (2)	sem (3)	1/2	2/3	1/3	
dispersante	soda	com (a)	44,0	41,4	33,5	**	**	**
		sem (b)	43,7	39,5	43,7	**	**	-
	mistura	com (c)	44,6	41,4	42,4	**	**	**
		sem (d)	43,7	39,5	42,4	**	**	-
	hexametafosf.	com (e)	44,5	45,2	45,9	-	-	-
		sem (f)	39,5	39,5	39,7	-	-	-
Significância	a/b	-	-	**	-			
	c/d	-	*	-	-			
	e/f	**	**	**	-			

Os dados que permitem a interpretação da interação de segunda ordem encontram-se na parte inferior do quadro 13. Ficou estatisticamente evidenciado que a eficiência da soda em presença da água oxigenada se liga ao emprêgo de ácidos, especialmente do ácido clorídrico. Quando a soda foi empregada em ausência da água oxigenada, a associação com ácido oxálico condicionou resultados mais baixos do que os obtidos pela associação com ácido clorídrico ou ausência de ácido. A mistura dispersante associada ao ácido oxálico, em presença ou ausência de água oxigenada, forneceu resultados inferiores aos com ácido clorídrico ou ausência de ácido. O efeito do hexametáfosfato de sódio, em presença de água oxigenada, foi nitidamente superior ao seu efeito em ausência do oxidante da matéria orgânica, enquanto que a presença ou ausência dos ácidos clorídrico e oxálico não influiu sobre a ação dispersante do hexametáfosfato de sódio.

#### 4.1.2 -- Fatorial 2x3x5

A análise da variância contida no quadro 11 (grupo 2), mostra que não houve variação significativa entre os tratamentos.

#### 4.1.3 -- Inteiramente casualizado

A análise da variância entre tratamentos (doses) revelou diferenças significativas ao limite de 5% de probabilidade (quadro 11, grupo 3).

Aplicando-se o teste de Duncan, cujos resultados estão contidos no quadro 14, verifica-se que as doses de 2,0 e de 4,0 ml não diferiram entre si, mas forneceram resultados significativamente inferiores aos obtidos com 12,0 ml. Entretanto, os resultados obtidos com esta dose não diferiram dos obtidos com 8,0 nem dos obtidos com 6,0 ml.

Quadro 14 -- Série Monte Alegre, Método de Puri. Inteiramente casualizado - Porcentagens de argila e significâncias pelo teste de Duncan.

ml de soda	Médias(%)	Significância	
		1/5	2/5
2,0 (1)	33,5		
4,0 (2)	35,7	**	*
6,0 (3)	36,3		
8,0 (4)	37,7		
12,0 (5)	39,1		

#### 4.1.4 - Estudo da correlação e regressão

Encontram-se no quadro 15 os dados da decomposição da análise da variância juntamente com os coeficientes de correlação obtidos para porcentagem de argila x quantidade de sódio e porcentagem de argila x pH.

Verifica-se que houve significância estatística para diversos valores de "teta" e também para diversos coeficientes de correlação, tanto entre porcentagem de argila e miliequivalente de sódio como entre porcentagem de argila e pH da suspensão.

A significância do coeficiente de correlação é equivalente à do coeficiente de regressão (HAYNES, 26) motivo pelo qual, nos casos cuja análise acusou correlação significativa, efetuou-se o estudo da regressão. Recorreu-se também à investigação da regressão nos casos em que o valor de "teta" (quadro 15) foi significativo.

a - Porcentagem de argila e miliequivalentes de sódio.

O estudo da regressão revelou que, dos tratamentos



Quadro 15 - Série Monte Alegre. Decomposição da análise da variância e coeficientes de correlação para ca da grupo de tratamentos.

Tratamento	D.P.	$\gamma$	Coef. de correlação	
			argila-Na	argila-pH
1-5	1,08	0,76	- 0,9849**	- 0,5041
6-10	1,10	0,77	0,9390*	0,7450
11-15	0,75	0,52	- 0,9710**	- 0,9216**
16-20	6,55	4,58***	- 0,9799**	- 0,5901
21-25	1,30	0,91	- 0,4613	- 0,0884
26-30	2,15	1,50	- 0,9489*	- 0,8279
31-35	21,42	14,98***	- 0,9537**	- 0,6058
36-40	3,98	2,78***	- 0,7791	- 0,6131
41-45	0,35	0,24	0,5475	0,5843
46-50	1,85	1,29	- 0,2616	0,0252
51-55	1,29	0,90	0,4441	0,6050
56-60	1,63	1,14	- 0,2232	- 0,1148
61-65	3,22	2,25**	0,8982*	0,5112
66-70	3,20	2,24**	0,8878*	0,9490**
71-75	1,40	0,98	0,7632	0,8689*
76-80	1,52	1,06	- 0,3606	0,1636
81-85	0,68	0,48	- 0,6461	- 0,5717
86-90	1,70	1,19	0,8327	0,8632
91-95	0,88	0,62	- 0,0315	0,0964
96-100	0,64	0,44	- 0,8611	- 0,8624
101-105	1,06	0,74	- 0,6377	- 0,4168
106-110	1,34	0,94	0,2194	0,9686**
111-115	0,98	0,68	0,6187	0,7914
116-120	0,62	0,43	0,7237	0,6857
121-125	2,52	1,73*	0,9752**	0,9821**



que apresentaram significância para o coeficiente de correlação ou para "teta", apresentados no quadro 15, apenas os tratamentos de 31 a 35 e 36 a 40 mostraram significância para a componente quadrática.

O estudo da componente quadrática, para os tratamentos de 31 a 35 e de 36 a 40, permitiu que se construíssem os gráficos nº 1 e o nº 2, correspondentes respectivamente àqueles dois conjuntos de tratamentos.

O gráfico nº 1 mostra que o máximo da curva que relaciona porcentagem de argila e meq de sódio, no caso dos tratamentos de 31 a 35, seria obtido com o emprêgo de 6,0 meq de sódio. Enquanto que, o gráfico nº 2 permite verificar que, para os tratamentos 36 e 40, o máximo da curva seria obtida para 6,6 meq de sódio.

#### b - Porcentagem de argila e pH

O quadro 15 permite observar que houve significância para vários dos coeficientes de correlação calculados. Feito o estudo da regressão, esta mostrou-se significativa apenas para a componente linear. Este fato foi interpretado como indicação da necessidade de um maior número de observações para se poder avaliar exatamente o fenômeno.

#### 4.2 - Série Ibitiruna

A decomposição da análise da variância está representada no quadro 16.

Na parte superior do quadro 17, encontram-se as médias dos grupos comparados entre si, juntamente com os respectivos coeficientes de variação, para cujo cálculo foram excluí

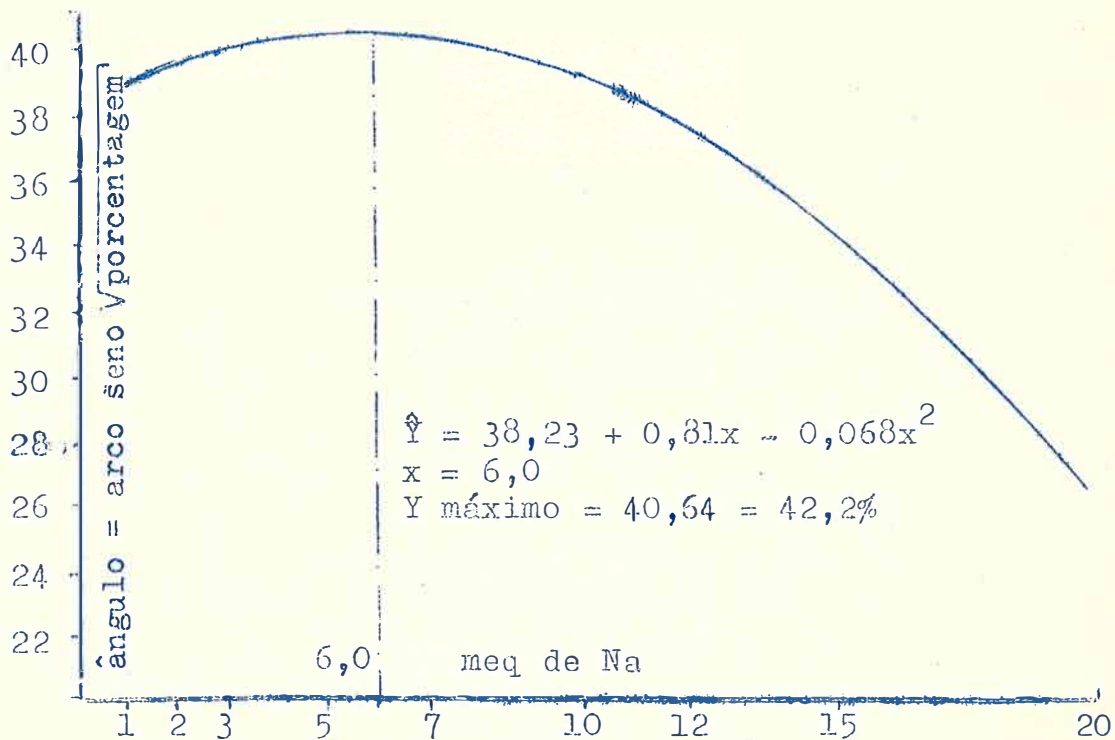


GRÁFICO Nº 1 :- Série Monte Alegre. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 31 a 35.

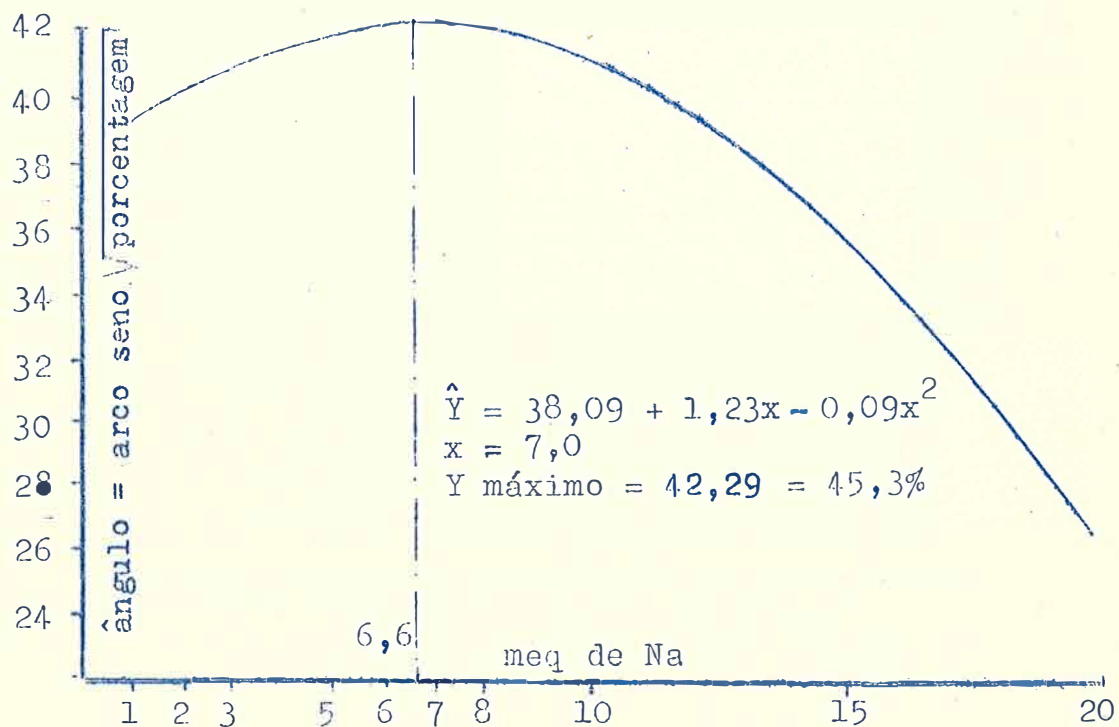


GRÁFICO Nº 2 :- Série Monte Alegre. Regressão quadrática referente aos tratamentos 36 a 40.

Quadro 16 - Série Ibitiruna. Análise da variância dos dados obtidos.

Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	D.P.	$\bar{V}$
Total	499	7388,2734	-	-	-
Tratamentos	(70) <sup>1</sup> 124	5523,9338	44,5478	6,67	2,99***
Resíduo	(134) <sup>1</sup> 375	1864,3396	4,9716	2,23	-
Grupos 1, 2 e 3	2	2312,4749	1156,24	34,00	15,25***
(Trat. grupo 1)	(89)	(2813,7390)	-	-	-
Água oxigenada	1	97,6011	967,6011	31,10	13,94***
Ácidos	2	42,2907	21,1454	4,60	2,06*
Dispersantes	2	270,1782	135,0891	11,62	5,21***
ml de soda	4	354,9992	88,7498	9,42	4,22***
ml de mistura	4	27,5465	6,8866	2,62	1,17
ml de hexamet.	4	5,3993	1,3498	1,16	0,52
Ox. x ac.	2	23,2612	11,6306	3,41	1,53
Ox. x disp.	2	350,3498	175,1749	13,24	5,94***
Ac. x disp.	4	21,3416	5,3354	2,31	1,04
Ox. x ac. x disp.	4	77,9297	19,4824	4,41	1,98**
Inter. restantes	60	672,8417	-	-	-
(Trat. grupo 2)	(29)	(2532,2247)	-	-	-
Ácido	1	1,0193	1,0193	1,01	0,45
Dispersantes	2	1147,7284	573,8642	23,96	10,45***
ml de soda	4	1196,4332	299,1083	17,30	7,76***
ml de mistura	4	5,0264	1,2566	1,12	0,50
ml de hexamet.	4	10,3372	2,5843	1,61	0,72
Ac. x disp.	2	86,5803	43,2902	6,58	2,96***
Inter. restantes	12	171,6799	-	-	-
Trat. grupo 3	4	40,4575	10,1100	3,18	1,43
Grupos 2 e 4	1	24,9100	24,9100	4,99	2,23*

1 - Grau de liberdade corrigido, segundo I.M. (16).



dos os tratamentos que provocaram floculação e as significâncias das diferenças entre grupos. Pode-se observar que as médias obtidas pelas duas modalidades de eliminação da matéria orgânica apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados foram mais elevados quando o tratamento com peróxido de hidrogênio antecedeu a subamostragem. Os coeficientes de variação mostraram que as determinações do grupo 2 foram também mais homogêneas.

Observando-se a parte superior do quadro 17, pode-se verificar ainda que o método de Puri (grupo 3) constituiu o grupo de mais elevada média de argila.

#### 4.2.1 - Fatorial 2x3x3x5

##### a - Efeitos principais

A decomposição da análise da variância deste fatorial mostrou significância para todos os efeitos principais, menos para doses de mistura e de hexametáfosfato. As médias que representam os efeitos principais, acompanhadas das respectivas significâncias calculadas pelo teste t e de Duncan, estão contidas no quadro 17.

As porcentagens médias de argila, obtidas pelos tratamentos que incluíram e que não incluíram oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada, diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade. Os resultados mais elevados foram obtidos quando as subamostras não haviam sido submetidas à ação da água oxigenada.

Verificou-se, em relação ao tratamento com ácidos, que aqueles que não incluíram nenhum ácido foram inferiores aos com ácido clorídrico e aos com ácido oxálico, não sendo significativa a diferença entre estes últimos.

Quanto ao efeito dos dispersantes, observa-se que



Quadro 17 - Série Ibitiruna. Médias das porcentagens de argila dos grupos e dos efeitos principais do fatorial 2x3x3x5. Significâncias pelo teste t e de Duncan e coeficientes de variação dos grupos e total.

Grupos	Coeficientes de variação	Médias (%)	Significância		
			1/2	1/3	2/4
1	6,51%	9,9	**	**	*
2	4,87%	9,0			
3	8,89%	11,8			
4	7,84%	8,6			
Total	12,18%	9,9	-	-	-
Tratamentos		Médias	Significância		
Água oxigenada	com	8,2		**	
	sem	11,7			
Tratamentos		Médias	1/2	2/3	1/3
Ácidos	clorídrico (1)	10,2		*	*
	oxálico (2)	10,0	-		
	sem (3)	9,4			
dispersantes	mistura (1)	11,2			
	soda (2)	9,3	**	-	**
	hexamet. (3)	9,2			
Tratamentos		Médias	1/2	2/3	3/4
ml de soda	2,5 (1)	10,7			
	5,0 (2)	11,0	-	-	**
	7,0 (3)	10,2			
	10,0 (4)	8,2			
	20,0 (5)	6,5			

houve diferença altamente significativa entre a mistura e os outros dois dispersantes, sendo que aquela se apresentou como o dispersante mais eficiente. Não foi significativa a diferença entre soda e hexametáfosfato.

Estudando o efeito das doses de dispersante, observa-se que somente para a soda houve diferença significativa. A comparação das médias obtidas para as diferentes doses de soda, pelo teste de Duncan, revelou que as três menores quantidades desse dispersante, forneceram resultados significativamente mais elevados do que as outras duas.

#### b - Efeitos das interações

A interação de primeira ordem água oxigenada x dispersantes e a de segunda ordem água oxigenada x ácido x dispersantes foram significativas. As médias e as respectivas significâncias, calculadas pelo teste de Duncan, relativas àquelas interações, encontram-se no quadro 18.

As interações ausência de água oxigenada x dispersantes forneceram resultados significativamente superiores às interações presença de água oxigenada x dispersantes. Não houve diferenças entre os resultados obtidos com água oxigenada x hexametáfosfato e água oxigenada x mistura dispersante, sendo ambas superiores a água oxigenada x soda. Em ausência do peróxido de hidrogênio, a mistura dispersante e a soda, que não diferiram entre si, superaram o hexametáfosfato por uma diferença altamente significativa.

Quanto à interação água oxigenada x ácidos x dispersantes, cujos resultados também estão contidos no quadro 18, observa-se que ausência de água oxigenada x ácidos x soda foi sempre superior à presença de água oxigenada x ácidos x soda; sendo que em nenhum destes dois casos foram verificadas diferenças devidas a presença ou ausência de ácidos.

A mistura dispersante, em qualquer das combinações com ácidos, forneceu valores significativamente mais elevados em ausência de água oxigenada.

Entre as interações de segunda ordem, que incluíram o hexametáfosfato, apenas a com ácido clorídrico forneceu resultados mais altos em ausência de água oxigenada; nos outros dois casos, não houve diferença entre as médias obtidas em presença ou em ausência do oxidante. Houve ainda uma diferença nítida, a favor de ausência de água oxigenada x ácido clorídrico x hexametáfosfato em relação à ausência de água oxigenada x ausência de ácidos x hexametáfosfato, que por sua vez foi significativamente superior à ausência de água oxigenada x ácido oxálico x hexametáfosfato. A interação água oxigenada x ácido clorídrico x soda, correspondente ao Método Internacional A, forneceu resultados mais baixos.

#### 4.2.2 - Fatorial 2x3x5

##### a - Efeitos principais

A decomposição da análise da variância deste fatorial, contida no quadro 16, mostrou significância apenas para dois efeitos principais: dispersantes e mililitros de hidróxido de sódio, cujas médias e significâncias estatísticas estão contidas na parte superior do quadro 19.

A mistura dispersante e o hexametáfosfato foram equivalentes entre si mas superiores à soda.

O estudo das doses de hidróxido de sódio revelou que as duas menores quantidades desse dispersante foram equivalentes entre si, sendo ambas superiores às demais.

##### b - Efeito das interações

Verificou-se, pela decomposição da análise da variância, que apenas a interação da primeira ordem ácido clo-



Quadro 18 - Série Ibitiruna. Fatorial 2x3x3x5. Porcentagens médias de argila devidas às interações e significâncias pelo teste Duncan.

Interações		Dispersantes			Significância		
		soda (1)	hexamet. (2)	mistura (3)	1/2	2/3	1/3
Água oxigenada	com	6,6	8,8	9,4	**	-	**
	sem	12,3	9,6	13,1	**	**	-
Significância		**	*	**	-----		

Interações		Água oxigenada	Ácidos			Significância		
			clorídrico (1)	oxálico (2)	sem (3)	1/2	2/3	1/3
dispersantes	soda	com(a)	7,1	6,6	6,1	-	-	-
		sem(b)	12,7	11,6	12,7	-	-	-
	mistura	com(c)	9,2	8,5	10,7	-	**	-
		sem(d)	13,3	12,9	13,0	-	-	-
	hexametafosfato	com(e)	8,4	8,9	9,2	-	-	-
		sem(f)	11,4	8,5	9,2	**	-	**
Significância		a/b	**	**	**	-----		
		c/d	**	**	**	-----		
		e/f	**	-	-	-----		



Quadro 19 - Série Ibitiruna. Fatorial 2x3x5. Médias das porcentagens de argila e significâncias pelo teste de Duncan.

Efeitos principais		Médias (%)	Significância				
			1/2	2/3	1/3		
Dispersantes	mistura (1)	11,6		**	**		
	hexamet. (2)	11,0		**	**		
	soda (3)	5,2					
ml de soda	2,5 (1)	10,7					
	5,0 (2)	11,1		**	**		
	7,0 (3)	4,5					
	10,0 (4)	2,7					
	20,0 (5)	0,9					
Interações		Dispersante			Significância		
		mistura (1)	hexamet. (2)	soda (3)	1/2	2/3	1/3
Ácido clorídrico	com	11,0	10,2	6,0		**	**
	sem	12,4	11,8	4,3		**	**
Significâncias		*	*	**			

clorídrico x dispersantes foi significativa.

A mistura e o hexametáfosfato apresentaram variações significativas, em presença e ausência de ácido clorídrico, sendo os resultados obtidos em ausência de ácido, para aqueles dispersantes, mais elevados do que os obtidos em sua presença. Para a soda observou-se o inverso. Além disso, as médias obtidas com este dispersante foram sempre inferiores às obtidas com a mistura ou com o hexametáfosfato.

#### 4.2.3 - Inteiramente casualizado

A análise da variância, contida no quadro 16, não revela diferenças significativas entre os tratamentos do grupo 3. Pode-se no entanto observar, no quadro 17, que o coeficiente de variação deste grupo foi bem mais alto do que o dos demais.

#### 4.2.4 - Estudo da correlação e regressão

O quadro 20 contém a decomposição da análise da variância do experimento e os coeficientes de correlação obtidos.

Observa-se neste quadro significância estatística para valores de "teta" e para coeficientes de correlação entre porcentagem de argila e miliequivalentes de sódio e entre porcentagem de argila e pH da suspensão. Realizou-se o estudo da regressão, seguindo-se a mesma orientação adotada no item 4.1.4.

a - Porcentagem de argila e miliequivalente de sódio

Os resultados obtidos do estudo da regressão entre as porcentagens de argila e a quantidade de sódio empregada na dispersão mostraram que apenas os tratamentos de 1 a 5 ,

Quadro 20 -- Série Ibitiruna. Decomposição da análise da variância e coeficientes de correlação para cada grupo de tratamentos.

Tratamento	D.P.	$\sigma^2$	Coef. de correlação	
			argila-Na	argila-pH
1-5	5,47	2,45 ***	- 0,7093	- 0,1619
6-10	1,62	0,73	0,4439	0,6235
11-15	0,98	0,44	0,6223	0,5129
16-20	7,42	3,33 ***	- 0,9321 *	- 0,8042
21-25	4,22	1,89 **	- 0,8459	- 0,6553
26-30	1,52	0,68	- 0,4835	- 0,5269
31-35	11,22	5,03 ***	- 0,8217	- 0,7759
36-40	3,75	1,68 *	- 0,8647	- 0,6029
41-45	0,58	0,26	- 0,2436	- 0,3511
46-50	0,63	0,28	0,9761 **	0,7209
51-55	2,29	1,03	0,8259	0,9854 **
56-60	0,78	0,35	0,0874	0,4357
61-65	1,76	0,79	- 0,8326	- 0,4712
66-70	0,60	0,27	0,8012	0,7248
71-75	2,22	1,00	- 0,8948 *	- 0,7027
76-80	0,42	0,19	0,1627	0,6124
81-85	0,97	0,43	0,8870 *	0,6670
86-90	0,66	0,29	- 0,8759	- 0,9268 *
91-95	9,50	4,26 ***	- 0,8922 **	- 0,9424 *
96-100	0,97	0,43	0,0284	0,2220
101-105	1,11	0,50	0,6465	0,6933
106-110	15,09	6,77 ***	- 0,8755 *	- 0,7545
111-115	1,05	0,47	0,8041	0,9335
116-120	1,76	0,79	0,5684	0,5470
121-125	3,18	1,43	0,6550	0,7977

31 a 35, 91 a 95 e 106 a 110 apresentaram significância para a componente quadrática da regressão. Os tratamentos 16 a 20, 21 a 25, 36 a 40, 46 a 50, 71 a 75, 81 a 85 e 86 a 90 apresentaram significância apenas para a componente linear.

O desenvolvimento das componentes quadráticas observadas para os grupos referidos no parágrafo anterior, forneceu os elementos para a construção dos gráficos nº 3, 4, 5 e 6.

O gráfico nº 3 mostra que o máximo da curva que relaciona porcentagem de argila e miliequivalentes de sódio, no caso dos tratamentos de 1 a 5, seria obtido quando se empregassem 7,7 meq de sódio na forma de hidróxido, na presença de ácido clorídrico e de água oxigenada.

Os gráficos nº 4, 5 e 6 mostraram comportamentos do hidróxido de sódio diversos do descrito no parágrafo anterior, pois as curvas de regressão passaram por um mínimo.

#### b - Porcentagem de argila e pH

A semelhança do que se observou com a Série Monte Alegre, houve significância apenas para a componente linear da regressão entre porcentagem de argila e pH de alguns dos conjuntos de tratamentos, o que não foi suficiente para a interpretação do fenômeno.

#### 4.3 - Série Monte Olimpo

Tendo o valor de "teta" sido significativo entre os tratamentos procedeu-se à decomposição da análise, tal como está representada no quadro 21.

As médias dos grupos comparados entre si pelo teste t, acompanhadas dos respectivos coeficientes de varia



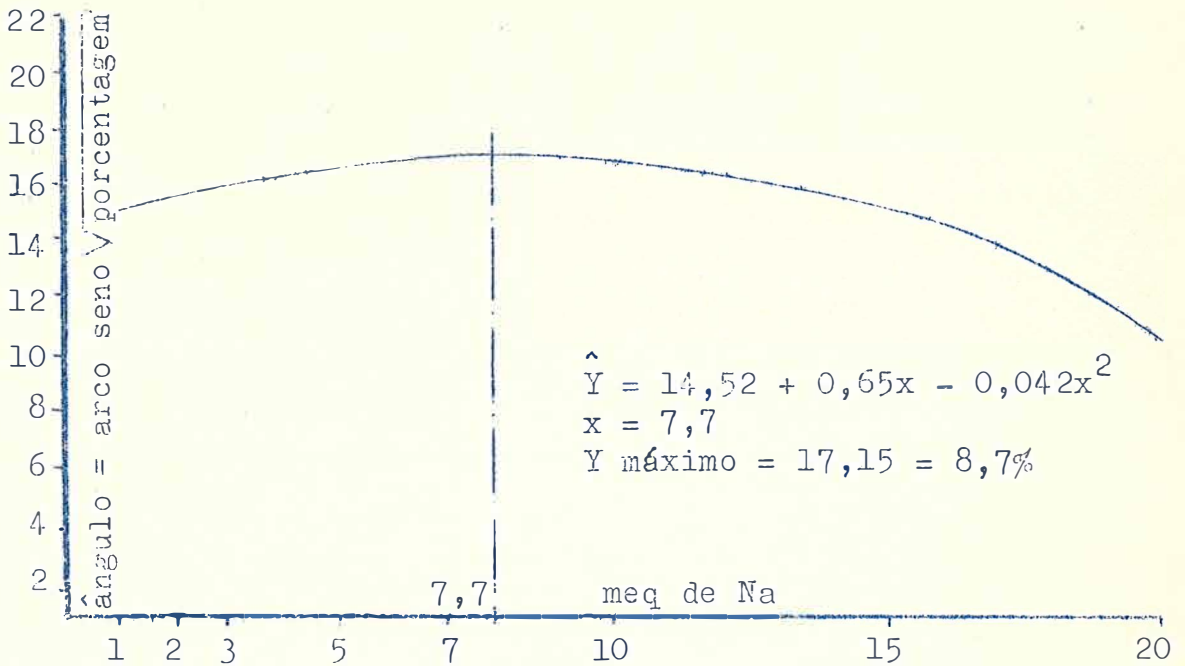


GRÁFICO 3:- Série Ibitiruna. Regressão quadrática referente aos tratamentos 1 a 5

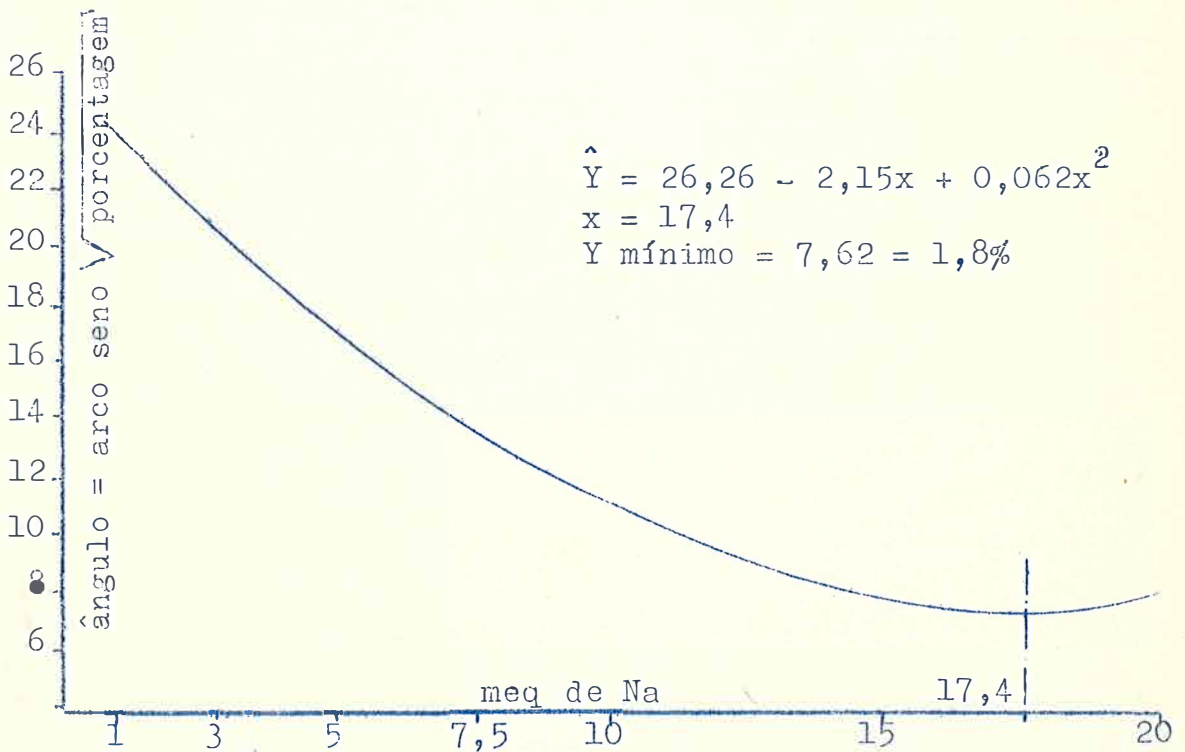
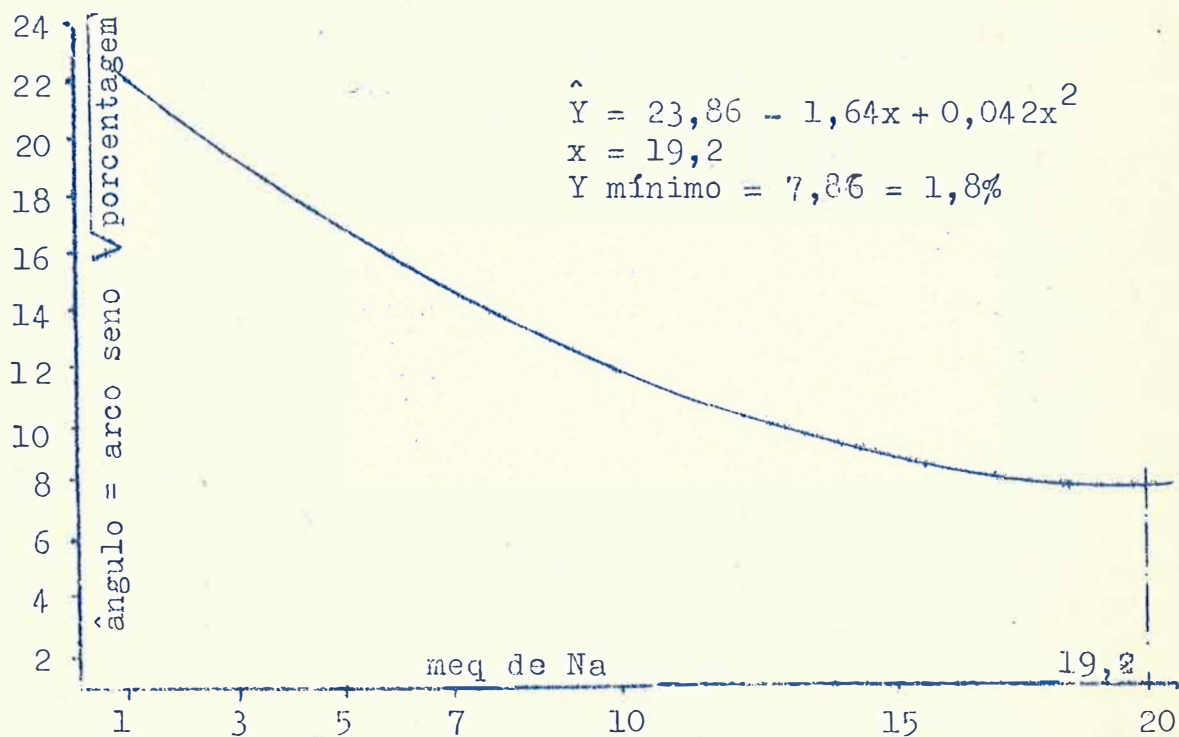
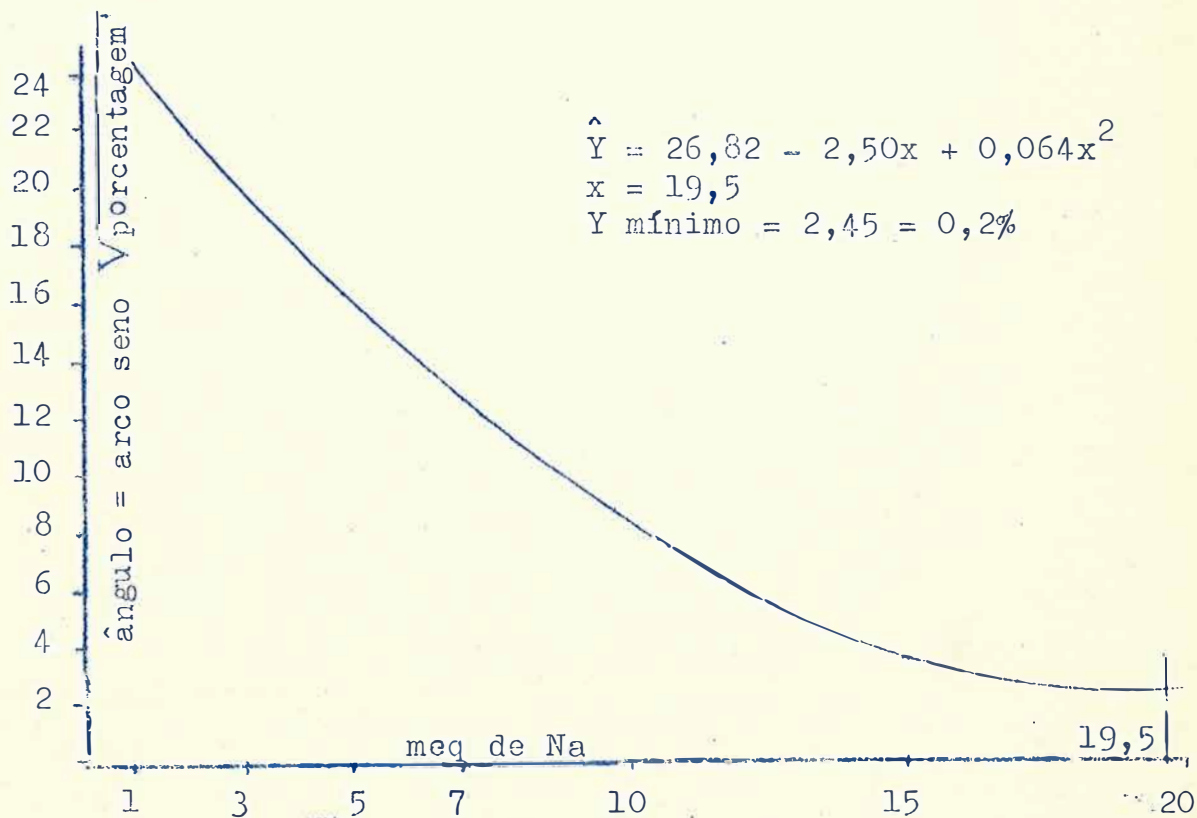


GRÁFICO 4:- Série Ibitiruna. Regressão quadrática referente aos tratamentos 31 a 35



GR\u00c1FICO N\u00b0 5:- S\u00e9rie Ibitiruna. Regress\u00e3o quadr\u00e1tica referente aos tratamentos 91 a 95



GR\u00c1FICO N\u00b0 6:- S\u00e9rie Ibitiruna. Regress\u00e3o quadr\u00e1tica referente aos tratamentos 106 a 110

ção, acham-se contidas na parte superior do quadro 22. Os grupos 2 e 4, como se pode observar, diferiram significativamente entre si, sendo as mais altas porcentagens de argila obtidas quando a oxidação da matéria orgânica foi feita posteriormente à subamostragem. Neste caso, os resultados foram também mais homogêneos do que no caso em que o tratamento com água oxigenada foi anterior à subamostragem.

Verifica-se, pela observação das médias dos grupos, que o método de Puri foi, para este solo, o menos eficiente.

#### 4.3.1 - Fatorial $2 \times 3 \times 3 \times 5$

##### a - Efeitos principais

Tendo-se procedido à análise da variância, verificou-se a ocorrência de valores significativos de "teta" para todos os efeitos principais. As porcentagens médias de argila correspondentes aos efeitos principais, acompanhadas das respectivas significâncias, calculadas pelo teste t e de Duncan, estão contidas no quadro 22.

Os tratamentos que incluíram água oxigenada apresentaram resultados mais elevados do que aqueles que não incluíram oxidação da matéria orgânica. A diferença entre ambos foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Quanto ao tratamento com ácidos, destacou-se somente a superioridade do ácido clorídrico em relação ao oxálico.

Pode-se verificar, em relação ao efeito dos dis-

Quadro 21 - Série Monte Olimpo. Análise da variância dos dados obtidos.

Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	D.P.	$\checkmark$
Total	499	6319,9839	-	-	-
Tratamentos	(53) <sup>1</sup> 124	5680,1625	45,81	6,77	5,17***
Resíduo	(160) <sup>1</sup> 375	639,8214	1,71	1,31	-
Grupos 1, 2 e 3	2	58,0086	29,00	5,38	4,11***
(Trat. grupo 1)	(89)	(4318,6440)	-	-	-
Água oxig. (ox.)	1	2234,8050	2234,80	47,27	36,08***
Ácidos(ac.)	2	14,8906	7,40	2,72	2,08*
Dispers.(disp.)	2	834,4845	421,74	20,54	15,68***
ml de soda	4	151,4414	37,86	6,15	4,69***
ml de mistura	4	32,3825	8,10	2,85	2,18***
ml de hexamet.	4	30,5062	7,63	2,76	2,11**
ox. x ac.	2	109,2505	54,62	7,39	5,64***
ox. x disp.	2	493,3721	246,69	15,70	11,98***
ac. x disp.	4	28,2691	7,07	2,66	2,03**
ox. x ac. x disp	4	26,4670	6,62	2,57	1,96**
Inter. restantes	60	362,8651	-	-	-
(trat. grupo 2)	(29)	(1110,1684)	38,28	6,18	4,72***
Ácido (ac.)	1	799,1808	799,18	28,27	21,58***
Dispers. (disp.)	2	138,5830	69,29	8,32	6,35***
ml de soda	4	11,4246	2,86	1,69	1,29
ml de mistura	4	7,1815	1,80	1,34	1,02
ml de hexamet.	4	23,5705	5,89	2,43	1,90**
ac. x disp.	2	69,6358	34,82	5,90	4,50***
Inter. restantes	12	60,5026	-	-	-
Trat. grupo 3	4	197,7931	49,45	7,03	5,37***
Grupos 2 e 4	1	326,50	326,50	18,07	13,79***

1 - Grau de liberdade corrigido, segundo BOX (16).



Quadro 22 -- Série Monte Olimpo. Médias das porcentagens de argila dos grupos e dos efeitos principais do fatorial 2x3x3x5. Significâncias pelo teste t e de Duncan e coeficientes de variação dos grupos e total.

Grupos	Coeficientes de variação		Médias (%)	Significância		
				1/2	1/3	2/4
1	4,98%		32,4			
2	4,38%		33,4	**	**	**
3	4,65%		30,9			
4	2,84%		37,3			
Total	3,80%		32,4	--	-	--
Tratamentos			Médias	Significância		
Água oxigenada	com		36,5		**	
	sem		28,4			
Ácidos	clorídrico	(1)	32,8	1/2	2/3	1/3
	sem	(2)	32,4			*
	oxálico	(3)	32,1	-	-	
Dispersantes	soda	(1)	35,6	1/2	2/3	1/3
	mistura	(2)	32,2	**	**	**
	hexamet.	(3)	29,4			
ml de soda	2,5	(1)	32,3	1/2	2,3	3/4
	5,0	(2)	34,8			
	7,0	(3)	36,2			
	10,0	(4)	37,3	**	*	
	20,0	(5)	37,3			
ml mistura	5,0	(1)	30,7	1/2	2/3	3/5
	8,0	(2)	32,1			
	12,0	(3)	32,3	*	-	-
	15,0	(4)	33,2			
	20,0	(5)	32,8			
ml hexametafosfato	4,0	(1)	27,9	1/2	2/3	2/5
	7,0	(2)	29,6			
	10,0	(3)	30,1	*	-	-
	15,0	(4)	29,4			
	20,0	(5)	30,0			

persantes, que a soda foi significativamente superior a mistura e esta, por sua vez, mais eficiente do que o hexametáfosfato.

Observa-se que os três dispersantes apresentaram variação nos resultados devido a doses. Comparando-se as médias obtidas com as diferentes doses de soda, pelo teste de Duncan, constata-se que os melhores resultados foram obtidos com 7,0, 10,0 e 20,0 ml, as quais não diferiram entre si. O teste de Duncan revelou que as médias obtidas com as diversas doses de mistura foram equivalentes entre si, excetuando-se a correspondente à menor dose, que foi significativamente inferior. O mesmo ocorreu com o hexametáfosfato, ou seja, apenas a menor dose foi inferior às demais.

#### b - Efeitos das interações

A análise da variância mostrou significância para as interações água oxigenada x ácidos, água oxigenada x dispersantes, ácidos x dispersantes e água oxigenada x ácidos x dispersantes. As médias das porcentagens de argila correspondentes a essas interações acham-se contidas no quadro 23.

Os pré-tratamentos com água oxigenada foram em todas as combinações com e sem ácidos, superiores aos que não incluíram aquele oxidante e os melhores resultados foram obtidos em ausência de ácidos. A interação água oxigenada x ácido oxálico revelou-se inferior à água oxigenada x ácido clorídrico. Quando as subamostras não sofreram a eliminação da matéria orgânica, as interações com ácido clorídrico ou com oxálico, não diferiram entre si, mas foram superiores à ausência de ácido.

O quadro 23 contém, em seguida, os dados das interações água oxigenada x dispersantes. Os resultados das três interações com dispersantes, apresentaram-se significativamente mais elevados quando a matéria orgânica foi des-



Quadro 23 - Série Monte Olimpo. Fatorial 2x3x3x5. Porcentagens médias de argila devidas às interações e significâncias pelo teste de Duncan.

Interações		Ácidos			Significância			
		clorídrico (1)	oxálico (2)	sem (3)	1/2	2/3	1/3	
Água oxigenada	com (a)	36,9	35,0	37,7	**	*	*	
	sem (b)	28,8	29,0	27,4	-	**	**	
Significância a/b		**	**	**	-----			
Interações		Dispersantes			Significância			
		soda (1)	mistura (2)	hexamet. (3)	1/2	2/3	1/3	
Água oxigenada	com (a)	37,9	35,5	36,2	**	-	**	
	sem (b)	33,2	29,1	23,1	**	**	**	
Significância a/b		**	**	**	-----			
Ácidos	clor.(a)	36,3	32,0	30,1	**	**	**	
	oxál.(b)	35,1	31,5	29,3	**	**	**	
	sem (c)	35,3	33,1	29,0	**	**	**	
Significância	a/b	*	-	-	-----			
	b/c	-	**	-	-----			
	a/c	*	**	*	-----			
Interações	Água oxigenada	Ácidos			Significância			
		clorídrico (1)	oxálico (2)	sem (3)	1/2	2/3	1/3	
Dispersantes	soda	com (a)	38,8	36,1	38,9	**	**	-
		sem (b)	34,0	34,1	31,6	-	**	**
	mistura	com (c)	35,6	34,1	36,7	*	**	**
		sem (d)	28,4	29,0	29,7	-	-	*
	hexamet.	com (e)	36,2	34,1	37,6	*	**	*
		sem (f)	24,3	24,1	21,0	-	**	**
Significância		a/b	**	**	**	-----		
		c/d	**	**	**	-----		
		e/f	**	**	**	-----		

truída. A interação água oxigenada x soda foi significativamente superior às interações correspondentes com a mistura e com o hexametáfosfato, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Quando não se empregou a água oxigenada, ainda, a soda forneceu resultados superiores aos dos demais dispersantes.

Quanto às interações ácidos x dispersantes, apresentadas no quadro 23, observa-se que as com soda foram sempre superiores às com a mistura ou com hexametáfosfato. A interação ácido clorídrico x soda foi superior a ácido oxálico x soda e ausência de ácido x soda, não tendo havido diferença entre estas duas últimas.

Os resultados das interações de segunda ordem, água oxigenada x ácidos x dispersantes, apresentados na parte inferior do quadro 23, mostraram que os tratamentos que incluíram água oxigenada foram sempre significativamente superiores aos correspondentes que não incluíram a oxidação da matéria orgânica.

A aplicação do ácido clorídrico, em presença de água oxigenada, foi superior à do ácido oxálico e equivalente à ausência de ácido, quando o dispersante empregado tinha sido a soda. A peptização com soda, em ausência de água oxigenada, foi melhor com ácido clorídrico ou oxálico, não havendo diferença entre estas interações.

A mistura dispersante deu melhores resultados quando as subamostras foram previamente tratadas apenas com peróxido de hidrogênio.

O hexametáfosfato apresentou melhor resultado quando se procedeu ao pré-tratamento com água oxigenada e não se empregou nenhum ácido; quando se empregou o ácido clorídrico ou o oxálico, os resultados foram significativamente mais baixos. Os resultados obtidos com hexametáfosfa



to em amostras não tratadas com água oxigenada foram sempre muito baixos, especialmente quando não foi empregado nenhum ácido.

#### 4.3.2 - Fatorial 2x3x5

##### a - Efeitos principais

A análise da variância apresentada no quadro 21 (grupo 2), mostrou valores de "teta" altamente significativos para ácidos, dispersantes e doses de hexametáfosfato. As médias dos efeitos principais e as respectivas significâncias, calculadas pelo teste de Duncan, acham-se na parte superior do quadro 24.

Os tratamentos que incluíram o ácido clorídrico forneceram resultados mais elevados do que os obtidos em ausência de ácido, sendo a diferença entre ambos significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Quanto aos dispersantes, pode-se observar que a soda foi significativamente superior aos outros dois, os quais não diferiram entre si.

Apenas o hexametáfosfato apresentou diferenças nos resultados devidas às doses. As duas menores doses, cujos resultados foram equivalentes, apresentaram-se como as mais eficientes.

##### b - Efeitos das interações

A decomposição da análise da variância mostrou significância para três interações de primeira ordem: ácido clorídrico x dispersantes, ácido clorídrico x doses de soda e ácido clorídrico x doses de hexametáfosfato, cujas médias e significâncias estão apresentadas no quadro 24.

Os três dispersantes, em presença de ácido clorídrico, foram mais eficientes do que na sua ausência. Entre

Quadro 24 - Série Monte Olimpo. Fatorial 2x3x5 e Método de Puri. Médias das porcentagens de argila e significâncias pelo teste t e Duncan.

Efeitos principais		Médias (%)			Significância			
Ácido clorídrico	com	37,7			**			
	sem	29,2						
Efeitos principais		Médias			Significância			
Dispersante	soda mistura hexametafosfato	35,9			1/2	2/3	1/3	
		32,3			**	-	**	
		32,1						
		Efeitos principais		Médias			Significância	
ml hexametafosfato	4,0 (1)	33,3			-	*	*	
	7,0 (2)	33,4						
	10,0 (3)	31,8						
	15,0 (4)	29,8						
	20,0 (5)	32,2						
Interações		Dispersantes			Significância			
		soda (1)	hexamet. (2)	mistura (3)	1/2	2/3	1/3	
Ácido clorídrico	com (a)	38,4	37,4	37,2	-	-	-	
	sem (b)	33,4	27,2	27,1	**	-	**	
Significância a/b		**	**	**	-----			
Método de Puri								
ml de soda		Médias (%)			Significância			
					1/2	2/3	3/4	4/5
2,0 (1)		21,6			**	*	-	**
4,0 (2)		31,2						
6,0 (3)		32,8						
8,0 (4)		33,7						
12,0 (5)		35,7						

tanto, em presença do ácido clorídrico, os três dispersantes não diferiram significativamente entre si. A soda, em ausência de ácido clorídrico, foi o dispersante que apresentou resultado mais elevado, enquanto a mistura e o hexametafosfato se equivaleram.

#### 4.3.3 - Inteiramente casualizado

A análise da variância acusou, como se verifica no quadro 21 (grupo 3), diferenças estatísticas entre os tratamentos correspondentes ao Método de Puri. As médias desses tratamentos encontram-se na parte inferior do quadro 24, juntamente com as respectivas significâncias calculadas pelo teste de Duncan. Pode-se depreender que a eficiência desse método aumentou com a dose de soda empregada.

#### 4.3.4 - Estudo da correlação e regressão

A decomposição da análise da variância e os coeficientes de correlação encontram-se no quadro 25. Pode-se verificar que houve significância para diversos valores de "teta" e para alguns coeficientes de correlação entre porcentagens de argila e miliequivalentes de sódio e entre porcentagens de argila e pH. O estudo da regressão foi feito seguindo-se a mesma orientação adotada em 4.1.4.

a - Porcentagem de argila e miliequivalente de sódio

Os resultados obtidos no estudo da regressão mostraram significância para a componente quadrática nos tratamentos de 6 a 10, 46 a 50, 76 a 80, 81 a 85, 86 a 90, 101 a 105, 116 a 120 e 121 a 125 e significância para a componente linear nos tratamentos de 11 a 15, 16 a 20 e 51 a 55.

O estudo das componentes quadráticas observadas para os grupos referidos no parágrafo anterior, permitiu a



Quadro 25 - Série Monte Olimpo. Decomposição da análise da variância e coeficientes de correlação para cada grupo de tratamentos.

Tratamentos	D.P.	$\gamma$	Coef. de correlação	
			argila-Na	argila-pH
1-5	1,24	0,95	0,5354	0,5572
6-10	2,56	1,95 **	- 0,0272	- 0,0040
11-15	1,39	1,06	0,9045 *	0,9073 *
16-20	1,37	1,04	0,9824 **	0,8844 *
21-25	1,52	1,16	0,0082	0,1977
26-30	1,07	0,82	0,8294	- 0,6184
31-35	1,61	1,23	- 0,1851	0,1497
36-40	1,56	1,19	- 0,7743	- 0,7868
41-45	1,47	1,12	0,6022	0,6002
46-50	5,14	3,92 ***	0,7576	0,9680 **
51-55	1,19	0,91	0,9453 *	0,9749 **
56-60	3,56	2,72 ***	0,7224	0,7678
61-65	2,80	2,14 **	0,6376	0,6791
66-70	2,29	1,75 *	0,8149	0,7652
71-75	1,82	1,39	0,7227	0,6788
76-80	5,80	4,43 ***	0,5388	0,8634
81-85	3,31	2,53 ***	0,7952	0,9020 *
86-90	2,45	1,87 **	- 0,2312	0,3207
91-95	2,42	1,85 **	- 0,8363	- 0,0593
96-100	1,42	1,08	0,6519	0,5192
101-105	2,22	1,69 *	0,1161	- 0,0350
106-110	1,28	0,98	0,2532	0,3220
111-115	1,43	1,09	- 0,7130	- 0,7313
116-120	3,03	2,31 ***	0,5200	- 0,4907
121-125	7,03	5,37 ***	0,8416	0,9941 ***

elaboração dos gráficos nº 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14.

O gráfico nº 7, referente ao grupo de 6 a 10, não permite eleger a quantidade mais apropriada de mistura dispersante, ao se aplicar o pré-tratamento indicado pelo Método Internacional A, pois, neste caso, a curva que relaciona porcentagens de argila com miliequivalentes de sódio abrangeu a região do mínimo.

O gráfico nº 8, referente aos tratamentos que incluíram apenas ácido clorídrico no pré-tratamento, mostra que seria obtido o máximo de dispersão com 14,5 meq de sódio na forma de hidróxido.

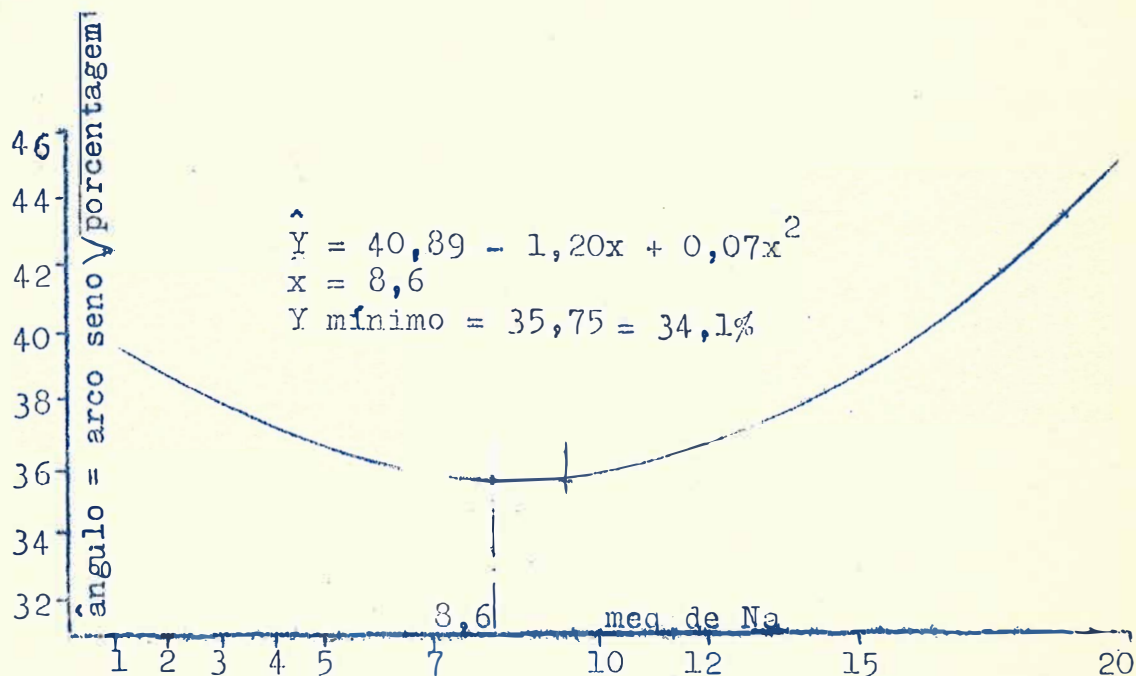
O gráfico nº 9, referente aos tratamentos de 76 a 80, permite verificar que o máximo de argila seria obtido, quando se utilizasse como dispersante a soda, na dose de 13,3 meq de sódio.

Os tratamentos de 81 a 85 permitiram que se construísse o gráfico nº 10, cujo máximo da curva seria obtido ao empregarem-se 11,3 meq de sódio, na forma de mistura dispersante, em subamostras que não houvessem sofrido nenhum pré-tratamento.

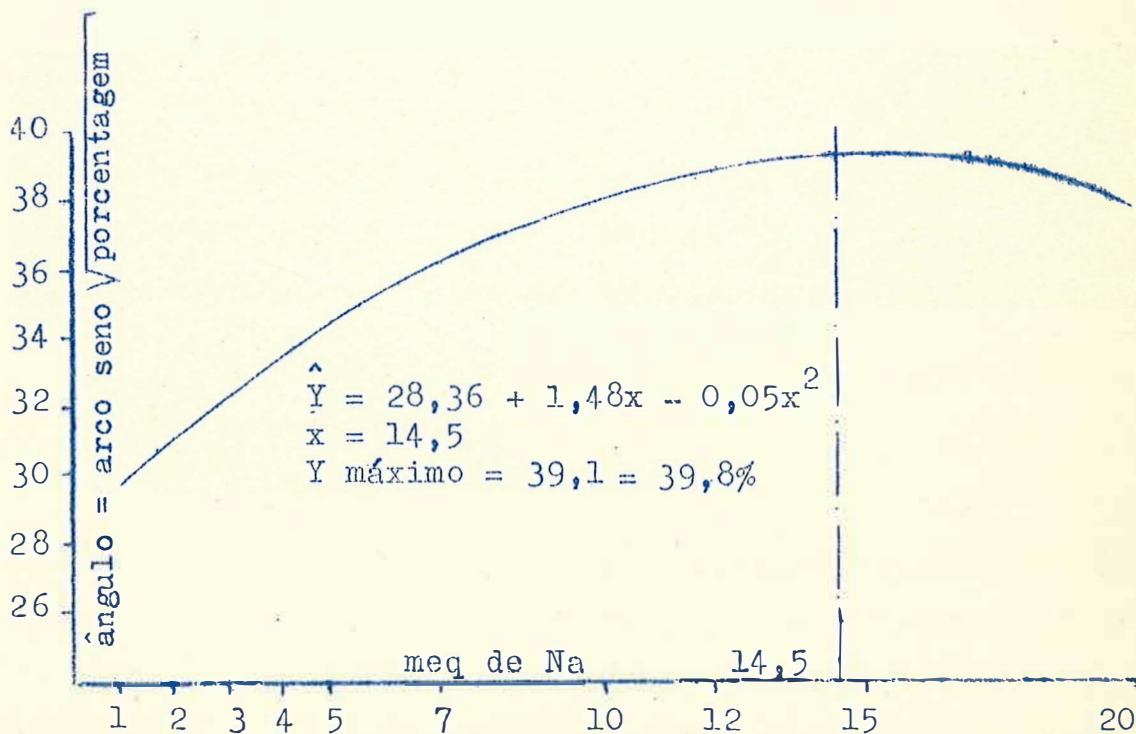
Os resultados obtidos, quando se empregou o hexa metafosfato de sódio em subamostras que também não sofreram nenhum pré-tratamento, representados no gráfico nº 11, mostram que o máximo da curva se obteria com 5,7 meq de sódio.

O gráfico nº 12, que representa a curva referente aos tratamentos de 101 a 105, mostra um máximo com 5,2 meq de sódio na forma de hexametáfosfato, quando empregado em subamostras pré-tratadas apenas com água oxigenada, aplicada anteriormente à subamostragem.

O gráfico nº 13, referente aos tratamentos de 116 a 120, emprega o hexametáfosfato em subamostras pré-tra tadas com água oxigenada anteriormente à subamostragem, apre



GR\u00c1FICO 7:- S\u00e9rie Monte Olimpo. Regress\u00e3o quadr\u00e1tica correspondente aos tratamentos 6 a 10



GR\u00c1FICO 8:- S\u00e9rie Monte Olimpo. Regress\u00e3o quadr\u00e1tica correspondente aos tratamentos 46 a 50



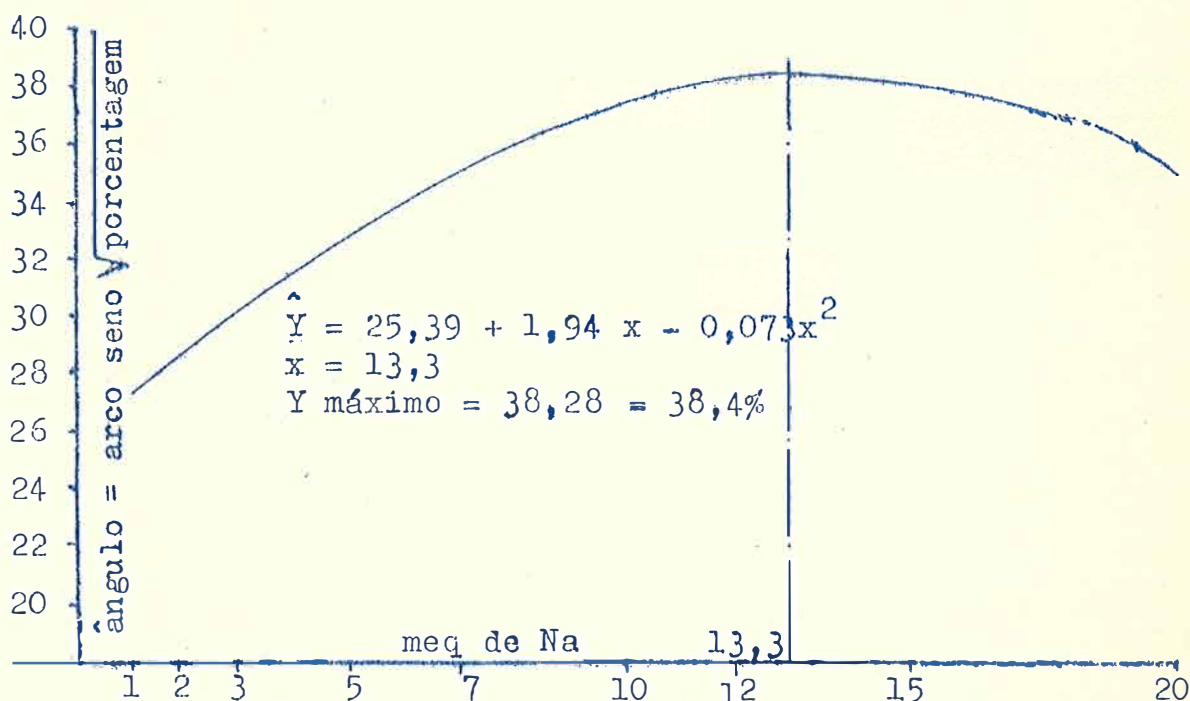


GRÁFICO 9:- Série Monte Olimpo. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 76 a 80

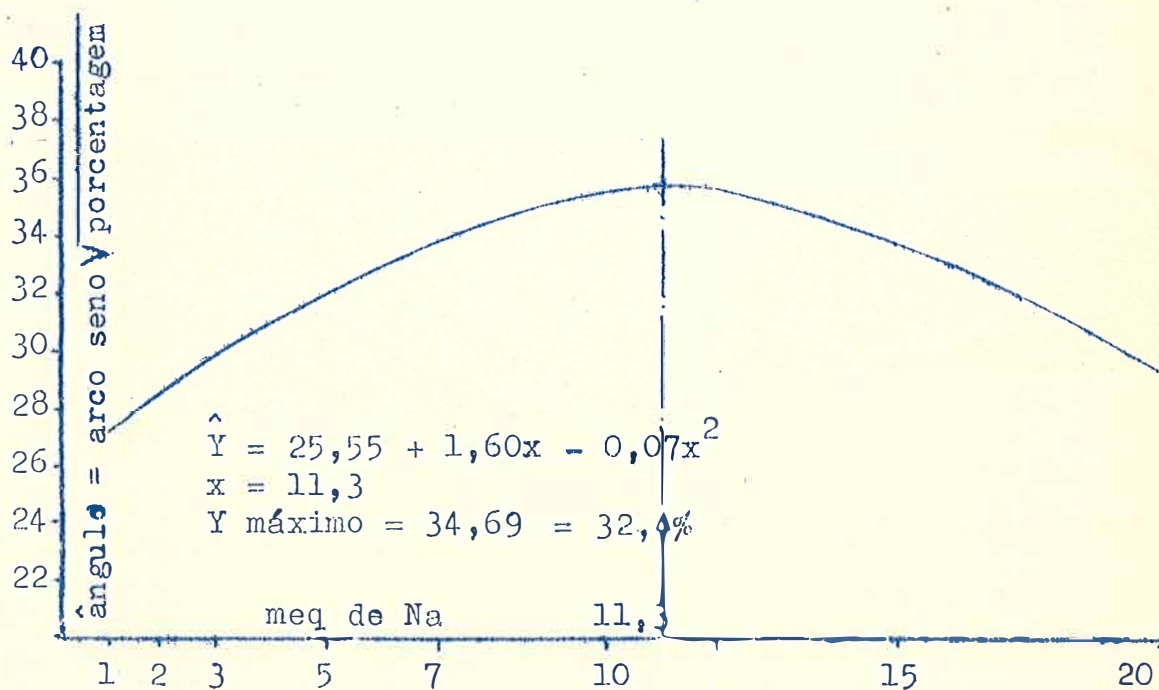


GRÁFICO 10:- Série Monte Olimpo. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 81 a 85

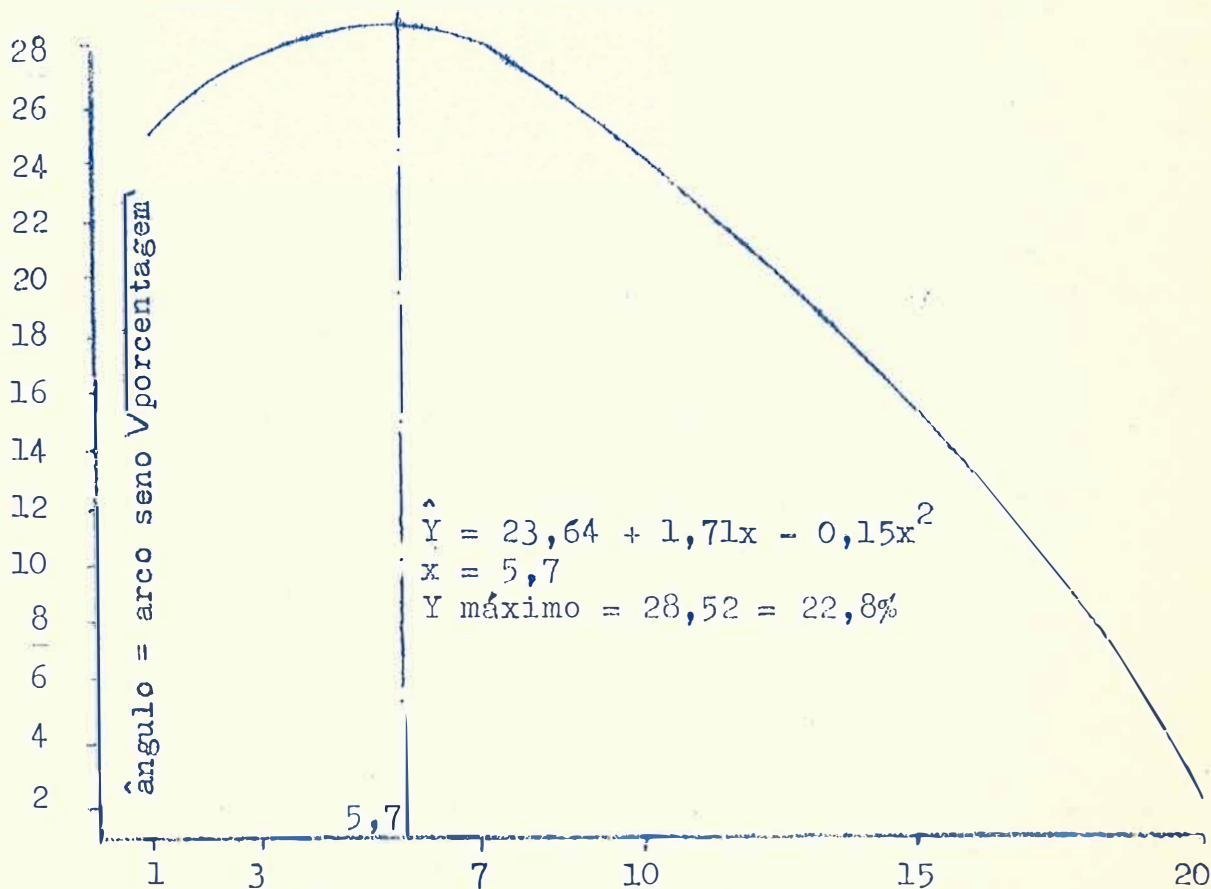


GRÁFICO 11:- Série Monte Olimpo. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 86 a 90

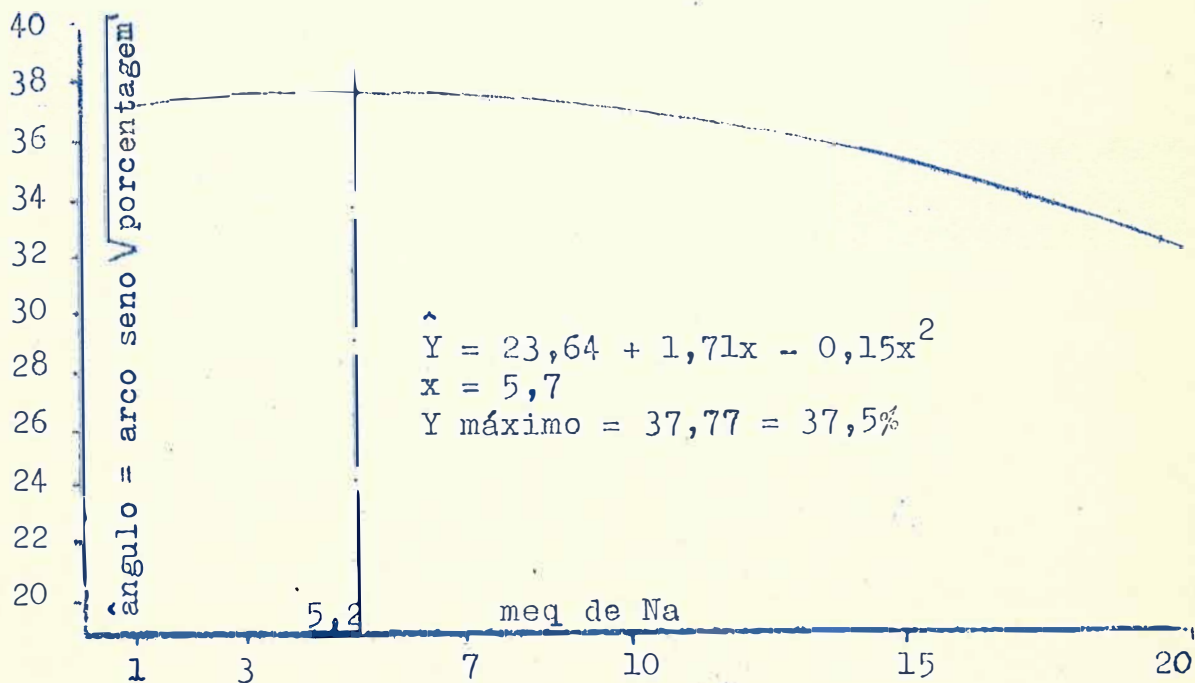


GRÁFICO 12:- Série Monte Olimpo. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 101 a 105

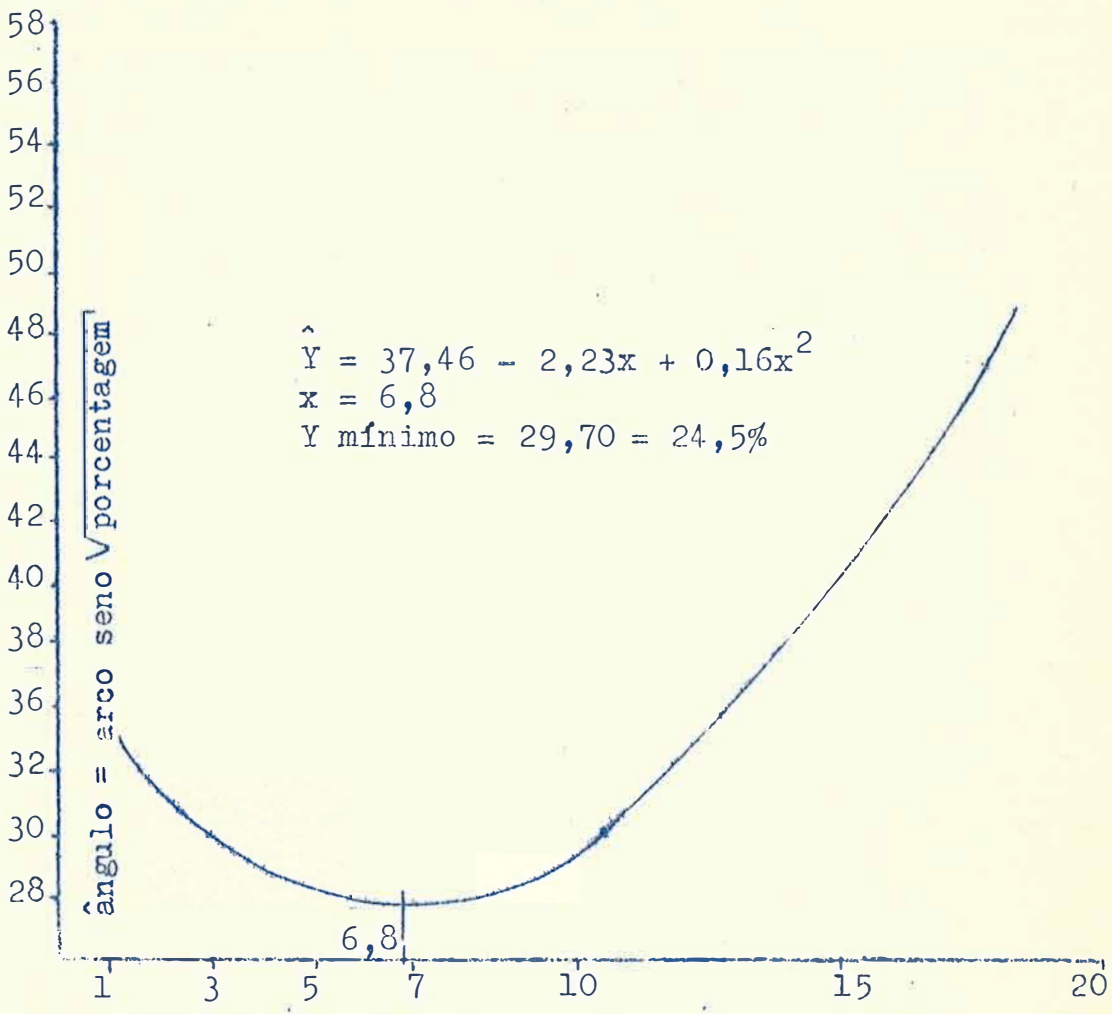


GRÁFICO 13:- Série Monte Olimpo. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 116 a 120

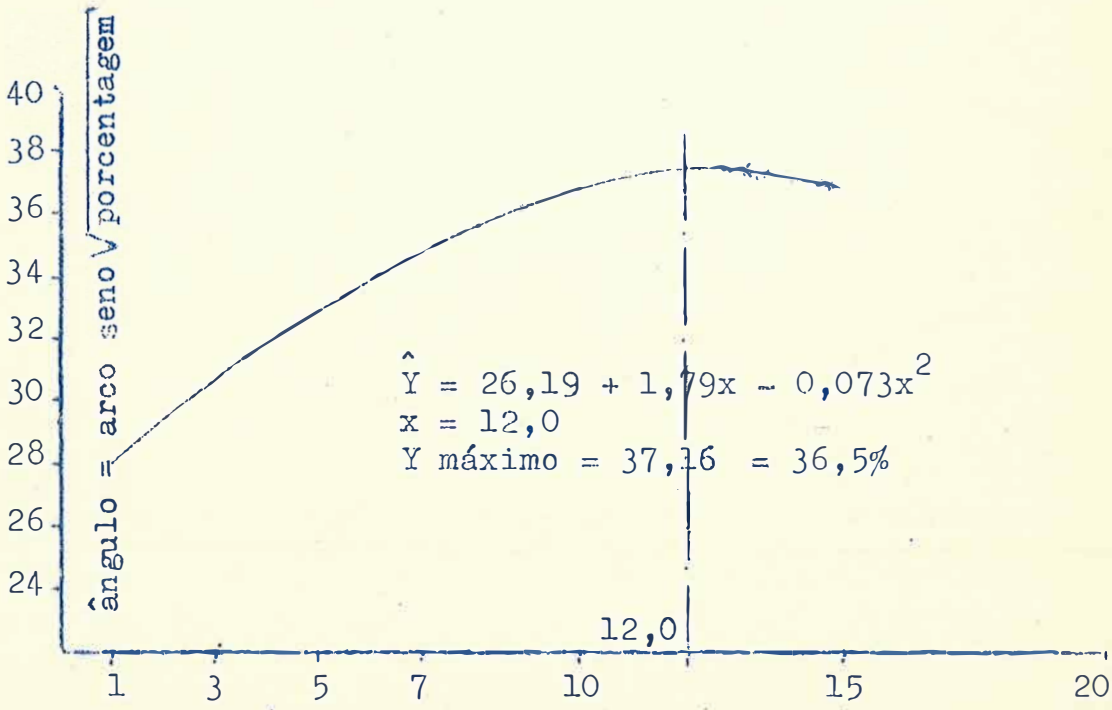


GRÁFICO 14:- Série Monte Olimpo. Regressão quadrática correspondente aos tratamentos 121 a 125



sentada uma curva que passa por um mínimo.

Os resultados obtidos com o método de Puri, variando as doses de soda, estão representados no gráfico 14. Pode-se observar nesse gráfico a coincidência entre o máximo da curva e a quantidade máxima de soda experimentada.

b - Porcentagem de argila e pH

Pode verificar-se, no quadro 25, ter havido significância para vários coeficientes de correlação entre porcentagem de argila e pH. Pelos mesmos motivos já assinalados para a Série Monte Alegre e Ibitiruna, não se obtiveram resultados práticos deste estudo.

\*

\* \*

## 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 - Série Monte Alegre

A oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada aumentou significativamente a porcentagem média de argila obtida pelo método da pipeta. Este resultado concorda com as observações de ROBINSON (56) mas, discorda das de BEALE (8), que afirmou que o pré-tratamento com água oxigenada pode ser dispensado em análise mecânica de solos lateríticos. Também não concorda com os de MEDINA e GROHMANN (38) que não acharam necessário o emprêgo do oxidante em solos dessa natureza. Observou-se ainda que o não emprêgo da água oxigenada neste solo, cujo teor de matéria orgânica é de apenas 2,25%, contribuiu para uma sensível queda nos resultados de argila, o que constituiu um contraste com as observações de PAULA SOUZA (42).

A destruição da matéria orgânica antes da subamostragem analítica forneceu resultados mais elevados, e tão homogêneos quanto no caso em que esta operação foi posterior à subamostragem.

A nova modalidade de aplicar água oxigenada, cuja finalidade era melhorar a homogeneidade dos resultados, não apresentou, portanto, vantagem sensível em relação à modalidade convencional de eliminação da matéria orgânica. Entretanto como se verificou pelos resultados da análise da variância, a oxidação da matéria orgânica previamente à subamostragem absorveu o efeito dos diversos tratamentos do grupo 2 (fatorial  $2 \times 3 \times 5$ ). Isto parece indicar que a matéria orgânica seja o principal fator a influir sobre a dispersão das subamostras da Série Monte Alegre.

Quanto ao emprêgo de ácidos, verificou-se que enquanto o ácido clorídrico favoreceu a dispersão, o oxálico foi apenas equivalente à ausência de qualquer ácido. Isto vem, por um lado, concordar com STEENKAMP (59) e com PURI (48), assim como com o que prescreve o Método Internacional

Entretanto, contraria as observações de TAVARES (60), que conseguiu resultados surpreendentemente elevados, quando tratou as subamostras de solos ricos em sesquióxidos com ácido oxálico. Embora não se tenha pesquisado a possibilidade de variação nos resultados, em consequência da diferença entre a técnica usada por TAVARES e a descrita e aplicada neste trabalho, acredita-se que esta última seja a que ofereça maior oportunidade ao ácido oxálico na manifestação de sua eficiência.

Quanto à eficiência dos dispersantes, verificou-se que não houve diferença entre a mistura e o hexametáfosfato, os quais foram mais eficientes do que o hidróxido de sódio. Aquêles dispersantes não apresentaram variações nos resultados devidas às doses experimentadas, podendo-se considerar como satisfatórias as de 8,0 ml de mistura e 10,0 ml de hexametáfosfato, recomendadas respectivamente por BEALE (8) e KILMER e ALEXANDER (32), embora se possam empregar quantidades menores sem prejuízo para os resultados. O mesmo não ocorreu com a soda, que mostrou sensível variação nos resultados devido a doses.

Verificou-se também, pela revisão bibliográfica, que a soda tem sido o dispersante mais recomendado para a generalidade dos solos do Estado de São Paulo. Quanto à dose mais eficiente desse dispersante, foi constatado neste trabalho, estar compreendida de maneira geral, entre 5,0 e 10,0 ml, o que concorda com as recomendações de MEDINA e GROHMANN (33) e de ALARCÓN (2).

O método recomendado por PURI (47), que incluiu fervura com carbonato de amônio e, depois, com soda não deu bons resultados para a dispersão das subamostras da Série Monte Alegre. Estas observações vêm de encontro às recomendações do autor citado, que apresentou aquêles métodos como eficientes para solos ricos em sesquióxidos.

Entre as interações de primeira ordem, é interessante ressaltar que a água oxigenada, quando acompanhada



pelo tratamento com um dos ácidos, deu melhores resultados do que sendo empregada sozinha. Este fato tem sua explicação na descoberta de MARTIN (35) e vem corroborar as conclusões de VERDADE (65), quanto à necessidade de lavagem das amostras após a oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada. A ação dos ácidos foi também mais pronunciada quando empregados em subamostras previamente tratadas com água oxigenada. É provável que isto tenha ocorrido em virtude da presença de catiônios flocculantes ligados à matéria orgânica, os quais tenham sido libertados pelo tratamento com água oxigenada e removidos pelas operações que compõem o tratamento com ácidos. Observou-se, ainda, que o ácido clorídrico interagiu com o peróxido de hidrogênio mais favoravelmente do que o ácido oxálico.

Quanto às interações água oxigenada x dispersantes, observou-se que a soda propiciou de maneira geral melhores dispersões em subamostras que não haviam sido previamente submetidas à ação da água oxigenada. Sob este aspecto, este resultado concordou com o método proposto por MEDINA e GROHMANN (38), de não incluir a oxidação da matéria orgânica para a dispersão de amostras de "Terra Roxa" com soda. O hexametáfosfato, como se pôde verificar, proporcionou resultados de argila muito mais altos, quando empregado em subamostras pré-tratadas com peróxido de hidrogênio, do que ao ser empregado em subamostras que continham matéria orgânica. Este resultado coincide com a conclusão de KILMER e ALEXANDER (32) de que o emprêgo de água oxigenada é uma necessidade para se evitar a dispersão incompleta das amostras, quando se emprega o hexametáfosfato. A diferença entre os resultados obtidos com a mistura dispersante, em presença ou em ausência de água oxigenada, não foi significativa. Este fato corrobora a conclusão de BEALE (8) que afirmou não haver necessidade da eliminação da matéria orgânica, quando se emprega a mistura dispersante.



As interações ácido x dispersante, apresentaram aspectos interessantes do ponto de vista prático. Pode-se verificar que, enquanto a soda necessita do pré-tratamento com ácidos, a mistura pode dispensá-los. Aquêles resultados harmonizam-se com as afirmações de Olmstead (KILMER e ALEXANDER, 32) de que o tratamento com ácido clorídrico é imprescindível ao emprêgo do hidróxido de sódio. O hexametáfosfato, como se observou pela comparação das médias obtidas, também dispensa o pré-tratamento com ácidos. A explicação de KILMER e ALEXANDER (32), de que êste dispersante complexa os catiônios bivalentes em forma não ionizável, dá as razões desta ocorrência.

Os resultados obtidos, considerando-se a interação água oxigenada x ácidos x dispersantes, indicam que a combinação de tratamentos mais simples e eficientes foi : oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada e dispersão com hexametáfosfato de sódio. Êstes resultados concordam com as afirmações de KILMER e ALEXANDER (32). Quando se empregou a mistura dispersante, a melhor combinação foi a obtida com o pré-tratamento com água oxigenada e ácido clorídrico, cujos resultados foram, no entanto, inferiores aos da interação água oxigenada x hexametáfosfato. Empregando-se a soda, os melhores resultados foram obtidos quando se procedeu ao pré-tratamento apenas com o ácido clorídrico. Isto mostra que êste dispersante peptiza, inclusive, o material coloidal orgânico, mas tem reduzida capacidade de desalojar os catiônios bivalentes. O Método Internacional A (ALARCÓN, 2) e o de MEDINA e GROHMANN (38) proporcionaram neste trabalho resultados equivalentes, entretanto bem mais baixos do que os obtidos com o pré-tratamento apenas com ácido clorídrico.

O estudo da correlação e da regressão entre porcentagem de argila e miliequivalentes de sódio mostrou, na maioria dos casos, que as doses experimentadas não permitiram o estabelecimento da quantidade adequada para proporcionar o máximo de dispersão. Somente dois casos mostraram

significância da componente quadrática. Os dados fornecidos pelos tratamentos que incluíram pré-tratamento apenas com água oxigenada e peptização com soda revelaram que o máximo de dispersão teria sido atingido quando se empregasse uma quantidade do dispersante que contivesse 6,0 meq de sódio. Este resultado concorda com a proposição de ALARCÓN (2), segundo a qual, para se proceder à dispersão, deve-se juntar 1,3 ml de hidróxido de sódio 1,0 N para cada grama de argila em suspensão. Os tratamentos que compreenderam pré-tratamento com água oxigenada e peptização com mistura dispersante mostraram que o máximo de dispersão teria sido atingido com uma quantidade de dispersante que contivesse 6,6 meq de sódio. Esta quantidade é um pouco mais alta do que a aconselhada por BEALE (8), que seria, para o caso presente, 5,5 meq de sódio.

A própria natureza do fenômeno da dispersão sugere, a par dos dois conjuntos de tratamentos anteriormente estudados, que haja possibilidade de se determinar, para cada caso, a dose de dispersante que ofereça o máximo de dispersão, dependendo apenas de se conduzirem novas pesquisas.

## 5.2 -- Série Ibitiruna

A oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada diminuiu significativamente as porcentagens de argila. Este resultado concorda com as observações de PAULA SOUZA (42), uma vez que o solo em aprêço contém 1,51% do constituinte orgânico.

Quando não se empregou a água oxigenada, a matéria orgânica deve ter sido peptizada, aumentando as porcentagens de argila determinadas pela análise mecânica. Este fato, aliado à necessidade de se empregar água oxigenada nas subamostras da Série Monte Alegre e Monte Olimpo (ver 5.3), vem corroborar a generalização de PAULA SOUZA (42) de que se deva eliminar sempre a matéria orgânica das subamostras destinadas à análise mecânica. Por

isso, os tratamentos que não incluíram a oxidação do constituente orgânico não se podem considerar entre os mais reco-mendáveis para a Série Ibitiruna.

A destruição da matéria orgânica antes da subamostragem (grupo 2) forneceu resultados mais homogêneos do que os obtidos com a modalidade convencional de aplicação do peróxido de hidrogênio (grupo 4). Assim sendo, a eliminação da matéria orgânica anteriormente à subamostragem poderia ser aconselhada para este solo. Entretanto, as porcentagens de argila, obtidas quando se empregou essa modalidade de aplicação da água oxigenada (grupo 2), foram também mais elevadas do que no caso em que se empregou a modalidade convencional (grupo 4). Portanto, acredita-se que possa ser adotada a eliminação da matéria orgânica antes da subamostragem, desde que se disponha de um fator, calculado em função do peso de material eliminado pela água oxigenada, para a correção dos resultados obtidos.

Quanto à eficiência dos ácidos, verificou-se que o clorídrico não diferiu estatisticamente do oxálico, sendo ambos superiores à ausência de ácidos. As observações de STEENKAMP (59) e de PURI (48), assim como as prescrições do Método Internacional A, quanto ao emprego de ácido, foram, portanto, verificadas para este solo.

Dentre os dispersantes experimentados, a mistura foi o que propiciou os melhores resultados, sendo superior à soda e ao hexametáfosfato. Entretanto, quando a matéria orgânica foi eliminada antes da subamostragem (grupo 2), a mistura não diferiu do hexametáfosfato, mas suplantou a soda. Estes resultados mostram que a mistura pode ter aplicação mais ampla do que a preconizada por BEALE (8).

Quanto às doses, apenas a soda apresentou variações nas porcentagens de argila. As mais eficientes foram 2,5 , 5,0 , e 7,0 ml de hidróxido de sódio, quando se eliminou a matéria orgânica posteriormente à subamostragem; quando esta operação foi realizada antes da subamostragem,



as doses de 2,5 e 5,0 ml de hidróxido de sódio se equivale-  
ram, tendo sido mais eficientes do que as outras três. Tais  
doses, como se pode verificar, são concordantes com as pres-  
critas por RANZANI e KIEHL (53) e MEDINA e GROHMANN (38),  
mas diferem um pouco das recomendações de ALARCÓN (2).

O método de PURI (47) constituiu o grupo que forne-  
ceu os resultados mais elevados. Entretanto, estes resul-  
tados são semelhantes aos obtidos pelos tratamentos que não  
incluíram água oxigenada. Este fato parece sugerir que a  
maior eficiência do método seja aparente e devida à sua ca-  
pacidade de peptizar a matéria orgânica. Verifica-se tam-  
bém que o coeficiente de variação do grupo 3 foi bastante e-  
levado.

É interessante ressaltar, entre as interações de  
primeira ordem, que água oxigenada x dispersantes forneceu  
resultados mais elevados, quando se omitiu a oxidação da ma-  
téria orgânica, especialmente no caso em que o dispersante  
empregado foi a soda ou a mistura. Isto concorda com as re-  
comendações de MEDINA e GROHMANN (38) e com as de BEALE (8).

Considerando-se as interações ácidos x dispersan-  
tes, observou-se, no caso da eliminação de matéria orgânica  
antes da subamostragem (grupo 2), que a mistura e o hexame-  
tafosfato foram mais eficientes em ausência do ácido clorí-  
drico. Estes resultados concordam perfeitamente com as  
afirmações de BEALE (8) e com as de KILMER e ALEXANDER (32),  
respectivamente.

Quanto às interações de segunda ordem, água oxi-  
genada x ácidos x dispersantes, observou-se que a mistura  
dispersante forneceu os resultados mais elevados, quando as  
subamostras não receberam nenhum pré-tratamento. Quando as  
subamostras foram pré-tratadas com água oxigenada, os melho-  
res resultados foram obtidos em ausência de ácidos e pela  
peptização com a mistura ou com hexametáfosfato. Estes fa-  
tos vêm concordar também com as recomendações de BEALE (8)  
e com as observações de Olmstead (KILMER e ALEXANDER, 32),  
assim como com as de KILMER e ALEXANDER (32).

As porcentagens de argila fornecidas pelo Método Internacional A, como se pôde verificar, foram das mais baixas para este solo.

O estudo da correlação e regressão permitiu verificar que o máximo de dispersão para os tratamentos que incluíram a oxidação da matéria orgânica posteriormente à subamostragem, ácido clorídrico e hidróxido de sódio, seria obtido com uma dose de 7,7 meq de sódio. Isto concorda de maneira geral com as prescrições de RANZANI e KIEHL (53) e de MEDINA e GROHMANN (38), embora discorde das recomendações de ALARCÓN (2).

Os resultados fornecidos pelos tratamentos representados nos gráficos nº 4, 5 e 6, mostram que as respectivas curvas passaram por um mínimo. Este fato sugere, tal como no caso dos tratamentos que só apresentaram correlação linear negativa, que provavelmente as doses de dispersante foram muito elevadas. Entretanto, a confirmação da ocorrência de melhores dispersões com quantidades menores de soda, como as recomendadas por ALARCÓN (2), escapou do plano deste trabalho.

### 5.3 - Série Monte Olimpo

A aplicação de água oxigenada aumentou as porcentagens médias de argila obtidas pela análise mecânica. Este resultado concorda com as observações de ROBINSON (56) e discorda das de PAULA SOUZA (42), uma vez que este solo contém menos do que 7% de matéria orgânica.

A destruição da matéria orgânica, quando feita depois da subamostragem (grupo 4), proporcionou resultados mais elevados do que no caso em que este tratamento foi anterior à subamostragem (grupo 2).

Os resultados do grupo 4 foram também mais homogêneos do que os do grupo 2. Assim sendo, pode-se considerar de pequeno interesse, para este solo, a nova modalidade de aplicar a água oxigenada (grupo 2), uma vez que a finalidade de oxidar a matéria orgânica anteriormente à subamostra-

gem era aumentar a homogeneidade dos resultados.

Considerando o efeito dos ácidos, observou-se que, para os tratamentos do grupo 1, não houve diferença entre ácido clorídrico e ausência de ácido, que foram superiores ao ácido oxálico. Este fato sugere uma exceção às prescrições de STEENKAMP (59) e às de PURI (43) para os solos dessa natureza. Entretanto, para o grupo 2, os tratamentos que incluíram ácido clorídrico foram sempre melhores do que os que o não incluíram.

Quanto aos dispersantes, observou-se que a soda foi mais eficiente do que a mistura e do que o hexametáfosfato, o que concorda com a preferência que a maioria dos autores tem por aquêle dispersante. Entretanto, o hexametáfosfato, que foi apontado por Tyner (KILMER e ALEXANDER, 32) como um dispersante que pode ser empregado para uma grande variedade de solos, foi menos eficiente do que a mistura, recomendada por BEALE (8), particularmente, para os solos ricos em sesquióxidos.

Nos tratamentos do grupo 1, observaram-se para os três dispersantes diferenças devidas a doses. As quantidades de soda mais adequadas foram as de 7,0 a 20,0 ml, estando tôdas acima das quantidades recomendadas por ALARCÓN (2), por MEDINA e GROHMANN (38) e por RANZANI e KIEHL (53). A dose de mistura recomendada por BEALE (8), assim como a de hexametáfosfato recomendada por KILMER e ALEXANDER (32) estão situadas dentro dos limites de doses que proporcionaram os melhores resultados, que, no entanto, foram inferiores aos obtidos com a soda. Nos tratamentos do grupo 2, apenas para o hexametáfosfato se observaram diferenças devidas a doses. Neste caso, as doses mais eficientes foram as de 4,0 e 7,0 ml, um pouco mais baixas do que a recomendada por KILMER e ALEXANDER (32).

Considerando as interações de primeira ordem (interações água oxigenada x ácidos), observou-se que o melhor



pré-tratamento para o grupo 1, foi apenas o com água oxigenada. Quando não foi empregado este oxidante, o pré-tratamento com um dos ácidos favoreceu a dispersão das subamostras. Entretanto, para os tratamentos do grupo 2, o ácido clorídrico melhorou sensivelmente a dispersão.

Quanto à interação água oxigenada x dispersantes, verificou-se que a eficiência dos três dispersantes foi melhorada pelo pré-tratamento com o peróxido de hidrogênio. A melhor combinação de tratamentos foi água oxigenada e soda.

Com referência às interações ácidos x dispersantes, tanto para o grupo 1 como para o grupo 2, verificou-se que a soda foi mais eficiente em presença de ácido clorídrico. Estes resultados concordam com as observações de Olmstead (KILMER e ALEXANDER, 32). Entretanto, os resultados obtidos com a mistura e com o hexametáfosfato foram também mais elevados em presença de ácidos, o que constitui um contraste com as afirmações de BEALE (8) e Olmstead (KILMER e ALEXANDER, 32) e com as de KILMER e ALEXANDER (32). O tratamento com ácido clorídrico, para o grupo 2, não permitiu assinalar diferenças entre os três dispersantes.

É interessante ressaltar, quanto às interações de segunda ordem, água oxigenada x ácidos x dispersantes, que o Método Internacional A foi um dos mais eficientes, não diferindo, no entanto, da interação água oxigenada x ausência de ácido x soda.

O estudo da correlação e regressão entre porcentagem de argila e miliequivalentes de sódio mostrou que, em oito casos, houve significância para a componente quadrática.

As curvas correspondentes aos tratamentos de 6 a 10 e de 116 a 120, passaram por um mínimo. Este fato sugere que outras doses, abrangendo um intervalo aquém e além do mínimo, devam ser experimentadas.

O gráfico nº 8, correspondente aos tratamentos que

incluíram a aplicação da soda em subamostras tratadas apenas com ácido clorídrico e o gráfico nº 9 que corresponde aos tratamentos que incluíram o emprêgo da soda, em subamostras que não sofreram nenhum pré-tratamento, mostraram que o máximo de dispersão, em ambos os casos, foi obtido com doses muito superiores às recomendadas por ALARCÓN (2), por MEDINA e GROHMANN (38) e por RANZANI e KIEHL (53).

Os resultados dos tratamentos que incluíram a aplicação de mistura dispersante, em subamostras que não sofreram pré-tratamento (gráfico nº 10) mostram que o máximo da curva seria obtido quando se empregassem 11,3 meq de sódio, o que corresponde, aproximadamente, ao dôbro da dose recomendada por BEALE (8).

Verificaram-se as prescrições de KILMER e ALEXANDER (32), quanto à dose de hexametáfosfato, tanto no caso em que este dispersante foi empregado em ausência de pré-tratamento (gráfico nº 11), como ao empregar-se em presença de água oxigenada aplicada antes da subamostragem (gráfico nº 12).

Os resultados do Método de Puri permitiram verificar que o máximo de dispersão foi obtido com a dose máxima de dispersante experimentada. Portanto, as indicações de PURI (47) de que se deva empregar de 4,0 a 8,0 ml de soda, podem ser substituídas, para o caso da Série Monte Olimpo, pela recomendação de 12,0 ml. A afirmação do autor citado, de que este método seja eficiente para os solos húmicos, não ficou confirmada, uma vez que os métodos que utilizaram a agitação, procedendo-se à oxidação da matéria orgânica, forneceram resultados mais elevados.

\*

\* \*

## 6 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nas condições em que os experimentos foram conduzidos, permitiram, para cada um dos solos estudados, as conclusões apresentadas a seguir:

### 6.1 - Série Monte Alegre

- a - A oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada favoreceu a dispersão das subamostras;
- b - quando a oxidação da matéria orgânica foi feita anteriormente à subamostragem, os resultados foram mais elevados e tão homogêneos quanto os obtidos no caso em que o tratamento com água oxigenada foi feito posteriormente à subamostragem;
- c - quando a oxidação da matéria orgânica foi feita posteriormente à subamostragem, a presença de ácido clorídrico superou a de ácido oxálico, que, por sua vez, foi mais eficiente do que ausência de ácido;
- d - quando a oxidação da matéria orgânica antecedeu a subamostragem, não ocorreram diferenças entre os tratamentos compreendidos nesse grupo;
- e - dos dispersantes empregados, o hexametáfosfato de sódio e a mistura de Beale tiveram efeitos equivalentes entre si e foram mais eficientes do que o hidróxido de sódio;
- f - o hexametáfosfato e a mistura ofereceram melhores resultados em ausência de ácido;
- g - o pré-tratamento com água oxigenada forneceu, com o hexametáfosfato, resultados melhores do que com a mistura de Beale;
- h - o melhor tratamento foi água oxigenada e peptização por meio do hexametáfosfato em doses de 4,0 a 20,0 ml.



## 6.2 - Série Ibitiruna

- a - A oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada diminuiu os resultados de argila;
- b - quando o tratamento com água oxigenada foi feito anteriormente à subamostragem, os resultados foram mais elevados e mais homogêneos do que ao fazer-se posteriormente à subamostragem;
- c - destruindo-se a matéria orgânica posteriormente à subamostragem, o ácido clorídrico e o oxálico tiveram efeitos equivalentes e foram superiores à ausência de ácidos;
- d - quando a oxidação da matéria orgânica foi anterior à subamostragem não ocorreram diferenças devidas à presença ou ausência de ácidos;
- e - a mistura de Beale revelou-se o melhor dispersante e deu resultados bastante elevados em ausência de pré-tratamento;
- f - o efeito de doses foi evidenciado somente pela soda;
- g - o método de Puri revelou-se eficiente, empregando-se de 2,0 a 12,0 ml de soda;
- h - a melhor dispersão de subamostras pré-tratadas com água oxigenada foi obtida em ausência de ácido e pela peptização com a mistura de Beale em doses de 5,0 a 20,0 ml.

## 6.3 - Série Monte Olimpo

- a - A oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada favoreceu a dispersão das subamostras;
- b - quando a oxidação da matéria orgânica foi feita posteriormente à subamostragem, os resultados foram mais elevados e mais homogêneos do que no caso em que antecedeu à subamostragem;
- c - destruindo-se a matéria orgânica posteriormente à subamostragem e não se empregando nenhum

- ácido, os resultados foram equivalentes aos obtidos com ácido clorídrico e mais elevados do que os obtidos com ácido oxálico;
- d - entre os pré-tratamentos experimentados, o que incluiu apenas a oxidação da matéria orgânica pela água oxigenada posteriormente à subamostragem foi o mais eficiente;
  - e - a soda entre os três dispersantes experimentados revelou-se o mais eficiente;
  - f - a melhor dispersão foi conseguida com a oxidação da matéria orgânica posteriormente à subamostragem e peptização com soda, nas doses de 7,0 a 20,0 ml.

#### 6.4 - Conclusões gerais

A comparação dos resultados dos experimentos realizados para os três solos estudados possibilitou que se tirassem as seguintes conclusões gerais:

- a) o emprêgo da água oxigenada, no pré-tratamento das amostras dos três solos estudados no presente trabalho, é uma prática recomendável e necessária;
- b) o emprêgo de ácidos pode ser omitido desde que se aplique, para peptizar as subamostras, o dispersante adequado;
- c) a escolha do dispersante e da dose mais adequada deve ficar, ao que tudo indica, na dependência do solo.

Tendo-se em vista as conclusões anteriores, verifica-se que nenhum dos métodos de dispersão pode ter aplicação geral, estando a escolha das combinações mais eficientes, subordinada à natureza do solo.

\*

\* \*

7 - RESUMO

Este trabalho foi realizado com a finalidade de comparar diversos tratamentos químicos e suas combinações, visando à escolha de métodos que assegurem suspensões altamente dispersas e estáveis para a análise mecânica.

A bibliografia consultada refere-se especialmente ao preparo de amostras de solos das regiões temperadas, sendo restrito o número de trabalhos sobre a dispersão dos solos tropicais.

Para os ensaios escolheram-se os horizontes superficiais de três solos geneticamente diferentes, designados por RANZANI et al (55) como Séries Monte Alegre, Ibitiruna e Monte Olimpo, que representam, respectivamente, os Grandes Grupos Latosol Vermelho-Amarelo, Podsolico Vermelho-Amarelo e Hidromórfico Húmico-Gleizado.

Foi conduzido, para cada solo, um experimento com quatro repetições, subordinado ao seguinte delineamento;

- a - fatorial 2x3x3x5 - água oxigenada depois da subamostragem (presença ou ausência), ácidos (ácido clorídrico, oxálico e ausência de ácido), dispersantes (soda, mistura de Beale e hexametáfosfato de sódio), dose de dispersante (cinco quantidades);
- b - fatorial 2x3x5 - ácidos (ácido clorídrico e ausência de ácido), dispersantes (soda, mistura de Beale, e hexametáfosfato de sódio), doses de dispersante (cinco quantidades), aplicados em subamostras cuja matéria orgânica fôra eliminada antes da subamostragem;
- c - inteiramente casualizado - doses de soda (cinco quantidades) aplicadas segundo o Método de Puri.

Os melhores métodos de dispersão, considerando-se a eficiência dispersante e a simplicidade de operação, foram os seguintes:

- a - para a Série Monte Alegre - pré-tratamento com água oxigenada e peptização com 4,0 a 20,0 ml de hexametáfosfato de sódio;



- b - para a Série Ibitiruna - pré-tratamento com água oxigenada e peptização com 5,0 a 20,0 ml de mistura dispersante;
- c - para a Série Monte Olimpo - pré-tratamento com água oxigenada e peptização com 7,0 a 20,0 ml de hidróxido de sódio.

Não foi possível eleger um método de dispersão de aplicação geral, ficando a escolha das combinações mais eficientes na dependência da natureza do solo.

\*

\* \*

8 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - AGUILERA, N.H. and JACKSON. Iron oxide removal from soils and clays. Soil Sci. Am. Proc., 17(4):359-365. 1953.
- 2 - ALARCÓN, D. CAYETANO TAMÉS. Métodos físicos y químicos de laboratorio, para el estudio de los suelos y de las tierras de cultivo. Madrid, Tipografía Artística, 1945. XIX, 439 p.
- 3 - ALBAREDA, JOSÉ M. HERRERA. El suelo: Estudio físico-químico y biológico de su formación y constitución. Madrid, Sociedad Anonima Española de Traductores y Autores. 1940. XV, 480 p.
- 4 - ARAÚJO, JOSÉ EMÍLIO GONÇALVES. Prática de solos. Cadeira de Geologia Agrícola da Escola de Agronomia "Eliseu Maciel", Pelotas, Rio Grande do Sul Brasil, (1961). |Mimiografado|.
- 5 - ASTM COMMITTEE D-18. Procedure for testing soils. Philadelphia, American Society for Testing Materials. 1958. IV, 540 p.
- 6 - BARSHAD, ISAAC. Soil development. In Chemistry of the Soil, Third Edition. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1960. 1-53.
- 7 - BAUER, L.D. Soil Physics, Second Edition. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1948. XI, 390 p.
- 8 - BEALE, O.W. Dispersion of Lateritic Soils and the effect of organic matter on mechanical analysis. Soil Sci., 48:475-479. 1939.
- 9 - BERGOGLIO, HEBE. Nota prévia sobre o efeito da destruição da matéria orgânica na análise mecânica do solo. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Pelotas, 1955. Anais do V Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 68-69. 1959.
- 10 - \_\_\_\_\_ Comparação entre três dispersantes usados na análise mecânica do solo. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Pelotas, 1955. Anais do V Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 70-74. 1959.

- 11 - BODMAN, G.B. The hydrogen peroxide - hydrochloric acid treatment of soil as a method of dispersion in mechanical analysis. Soil Sci., 26(6):459-471. 1928.
- 12 - BOLLIGER, NELLY. Preparo de bibliografia para uma publicação técnica. Bragantia, 13(9):105-132. 1954.
- 13 - BOUYOUCOS, GEORGE J. Making mechanical analysis of soils in fifteen minutes. Soil Sci., 25(6):473-481. 1927.
- 14 - \_\_\_\_\_ The hidrometer method for studying soils. Soil Sci., 25(5): 365-371. 1927.
- 15 - \_\_\_\_\_ Studies on the dispersion procedure used in the hidrometer method for making mechanical analysis of soils. Soil Sci., 33(1): 21-27. 1932.
- 16 - BOX, G.E.P. Some theorems of quadratic forms applied in the study of analysis of variance. I - Effect of inequality of variance in the an-way classification. The Annals of Mathematical Statistics. 25(2):290-302. 1954.
- 17 - CAMARGO, THEODURETO DE e PAULO VAGELLER. Análises de solos: I - Analyse physica. |Campinas|, Instituto Agronômico, 1936. 78 p. (Boletim técnico nº 24).
- 18 - COMISSÃO DE SOLOS DO C N E P A. Sugestões para uniformização dos métodos de estudo do solo. In Reunião Brasileira de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1947. Anais da Primeira Reunião Brasileira de Ciência do Solo. 605-622. 1950.
- 19 - \_\_\_\_\_ Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, 1960. 634 p. (Boletim nº 12).
- 20 - DEMOLON, A. Principes d'Agronomie: Dynamique du sol. Paris, Dunod, 1952. X, 520 p.
- 21 - \_\_\_\_\_ et DÉSI<sup>R</sup>É LEROUX. Guide pour l'étude expérimentale du sol. Paris, Gauthier - Villars et Cie, Editeurs, 1953. VI, 214 p.
- 22 - DIO, LIBERATO J.A. DI. Redação e crítica de um trabalho científico. Universidade Rural, Brasil, 1958. 15 p. (Boletim técnico nº 2).



- 23 - FUJIHIRA, K., O. FFEIRE e G. RANZANI. Filtração e sifonamento no pré-tratamento de amostras para a análise mecânica. Revista da Agricultura. (em impressão).
- 24 -- GESSNER, H. L'Analyse Mécanique. Tamisage - Sédimentation-Lévigation. (Trad. J. Buffle). Paris, Dunod, 1936. XV. 270 p.
- 25 -- GRABAROV, P.G. Comparative study of methods chemical pretreatment of soils for mechanical analysis by the pipette method. Soviet Soil Science, 9:1113-1117. 1959.
- 26 -- HAYES, HERBET KENDALL y FORREST R. IMMER. Métodos Fito-técnicos (Trad. E. Marino), San Luiz Potosi, México, Companhia Editorial Continental S.A., 1955. 521 p.
- 27 - INFANTE, JOSÉ. Analisis mecânicos de suelos com alto contenido de sesquioxidos de Fe y Al. Agr. Tec. Chile, 10-17, (1):49-51. 1957.
- 28 - INSTITUTO ZIMOTECNICO DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Normas destinadas a regulamentar a feitura de teses e publicações do Instituto Zimotécnico. Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. 1955. 9 p. (Boletim Técnico nº 11).
- 29 -- JANZEN, W.K. Mechanical composition of Solodized Solonetz and Solonetz-like soils of Saskatchewan. J. Soil Sci., 12, (1):101-110. 1961.
- 30 -- JENNINGS, D.S., M.D. THOMAS and WILLARD GARDNER. A new method of mechanical analysis of soils. Soil Sci., 14:485-499. 1922.
- 31 -- KENN, B.A. Soil mechanics and physics. Soil Sci., 25, (1):9-20. 1927.
- 32 -- KILMER, VICTOR J. and LYLE T. ALEXANDER. Methods of making mechanical analysis of soils. Soil Sci., 68:15-26. 1949.
- 33 - KOHNKE, HELMUT. Soil physical determinations. Lectures notes: Agronomy nº 560. Department of Agronomy, Purdue University, 1954. |Mimiografado|.
- 34 - MARSHALL, C.E. and C.D. JEFRIES. Mineralogical methods in soil research: Part 1 - The correlation of soil types and parent materials, with supplementary information on weathering processes. Soil Sci. An. Proc., 10:397-405. 1945.

- 35 - MARTIN, R. TORRENCE. Calcium oxalate formation in soil from hydrogen peroxide treatment. Soil Sci., 77, (2):143-145. 1954.
- 36 - MATTSON, SANTE. The eletrokinetic and chemical behavior of the alumino-silicates. Soil Sci., 25:289-313. 1927.
- 37 - \_\_\_\_\_ and YNGVE GUSTAFSON. The laws of soil colloidal behavior: Colloidal eletrolytes. Soil Sci., 43:421-453. 1937.
- 38 - MEDINA, HERCULANO P. e FRANCISCO GROHMANN. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. In Congresso brasileiro de Ciência do Solo, Salvador, Bahia, 1957. Resumo dos trabalhos apresentados ao 6º Congresso Brasileiro de Solo. |Mimiografado|.
- 39 - MORETTI FILHO, JUSTO. Normas e recomendações para a preparação de trabalhos científicos. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Est. São Paulo, Brasil. 1962. 15 p. (Boletim de divulgação nº 2).
- 40 - ORR, CLYDE and J.M. DALLAVALLE. Fine particles measurement. Size, surface and pore volume. First Edition New York, The Macmillan Company 1959. XIII, 353 p.
- 41 - PAVAGEAU, MOACYR, JULIETA NEVES BOTELHO e ORLANDO MELLO. Trabalhos de aula prática da Cátedra de Geologia Agrícola da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre. 1961. |Mimiografado|.
- 42 - PAULA SOUZA, DEODATO MIGUEL DE. Tipo de pipeta a ser empregada na determinação das frações limo e argila. Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. 1960. 4 p. (Notas preliminares e estudos nº 4).
- 43 - \_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo da análise granulométrica em alguns solos do Paraná. Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. 1960. 12 p. (Notas preliminares e estudos nº 5).
- 44 - PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 1960. 229 p.

- 45 - PIPER, C.S. Soil and plant analysis: A laboratory Manual of methods for examination of soils and the determinations of organic constituents of plants. New York, Interscience Publishers, Inc., 1944. XIV, 366 p.
- 46 - PURI, A.N. and B.A. KEEEN. The dispersion of soil in water under various conditions. Jour. Agr. Sci. 15:147-161. 1925.
- 47 - PURI, A.N. - 1935 The amonium carbonate method of dispersing soils for mechanical analysis. Soil Sci., 39, (1):263-271. 1935.
- 48 - \_\_\_\_\_. Soils: Their physics and chemistry. New York, Reinhold Publishing Corp., 1949. 550 p.
- 49 - \_\_\_\_\_. and ANAND SARUP. The destruction of organic matter in the preliminary treatment of soils for mechanical analysis. Soil Sci., 44: 87-91. 1937.
- 50 - RANZANI, G. Contribuição ao estudo dos métodos de determinação do pH em solos. Tese apresentada e aprovada em concurso para provimento da 13ª Cadeira da E.S.A. "Luiz de Queiroz"., Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. |Mimiografado|. 1952. 87 p.
- 51 - \_\_\_\_\_. Levantamento da carta de solos da Secção Técnica "Química Agrícola" da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Tese apresentada e aprovada em concurso para Livre-Docência de Agricultura Geral da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. Editora "Jornal de Piracicaba". 1956. 36 p. Ilustrada.
- 52 - \_\_\_\_\_. Análise mecânica de solos pelo método de Bouyoucos modificado. In Congresso brasileiro de Ciência do Solo. Pelotas, Rio Grande do Sul, 1955. Anais do V Congresso brasileiro de Ciência do Solo. 18-32. 1959.
- 53 - \_\_\_\_\_. e E.J. KIEHL. Prática de solos. 13ª Cadeira-Agricultura Geral-da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da U.S.P. Editado pelo Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, Brasil. 1959. 49 p. |Mimiografado|.



- 54 - RANZANI, G. T. KINJO e O. FREIRE. Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Anais da 2ª Reunião Argentina e 1º Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo. Mendoza. Rep. Argentina. 1962. (em impressão).
- 55 - \_\_\_\_\_. O. FREIRE, T. KINJO e A.H. VALÉRIO. Levantamento da carta de solos do Município de Piracicaba. (Em andamento).
- 56 - ROBINSON, G.W. Note on the mechanical analysis of humus soils. Jour. Agr. Sci., 12:287-291. 1922.
- 57 - SNEDECOR, GEORGE W. Métodos de estatística: su aplicación a experimentos em agricultura y biología. (Trad. E. Marino). Buenos Ayres, Acme Agency, Soc. Resp. Ltda, 1948. XVIII, 557 p.
- 58 - SOIL SURVEY STAFF. Soil Classification a comprehensive system, 7th approximation. U.S.D.A., 1960. 265 p.
- 59 - STEENKAMP, J.L. The effects of dehydration of soils upon their coloidal constituents: I. Soil Sci., 25: 163-182. 1927.
- 60 - TAVARES, FLAVIO DIAS. Análise granulométrica dos solos com alto teor de ferro e alumínio. In Congresso brasileiro de Ciência do Solo, Belém, 1961. Resumo dos trabalhos apresentados ao 8º Congresso brasileiro de Ciência do Solo. |Mimiografado|.
- 61 - TREADWELL, F.P. Química analítica: Análises Cuantitativa. Segunda edición Española. Barcelona, M. Marin Editor, 1926. 826 p.
- 62 - THOMAS, MOYER D. Replaceable bases and the dispersion of soil in mechanical analysis. Soil Sci., 25:419-429. 1927.
- 63 - THOTH, S.J. Colloid chemistry of soils. In Chemistry of the Soil. Third printing. Monograph series n° 126. New York, Reinhold Publishing Corporation. 1960. 85-107.
- 64 - UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook n° 60. Washington, L.A. Richards Editor, 1954. 160 p.
- 65 - VERDADE, F.C. Ação da água oxigenada sôbre a matéria orgânica do solo. Bragantia, 13, (24):288-295. 1954.

- 66 - WIEGNER, G. Method of preparation of soil suspensions and degree of dispersion as measured by the Weigner-Gessner apparatus. Soil Sci., 23:377-391. 1927.
- 67 - WINTERS, ERIC. Preparation of soil samples for pipette analysis. J. Am. Soc. Agron., 22:(9):771-780. 1930.

\*

\* \*

APÊNDICE

Quadro I - Série Monte Alegre. Dados obtidos dos tratamentos 1 a 30.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
1	44,3	10,2	44,4	10,2	43,0	10,1	45,2	10,1
2	44,7	10,9	44,3	11,0	44,7	11,0	45,4	10,9
3	45,0	11,2	44,2	11,2	43,8	11,2	45,3	11,3
4	43,0	11,5	44,4	11,5	43,7	11,5	45,5	11,6
5	47,7	11,7	44,6	11,7	41,7	11,7	35,8	11,7
6	42,4	9,4	44,5	9,2	44,7	9,1	43,7	9,4
7	44,3	10,2	43,9	10,4	45,9	10,4	41,5	10,4
8	44,8	10,8	43,2	10,9	44,6	10,8	44,8	10,9
9	44,6	11,1	44,3	11,1	44,9	11,1	44,9	11,1
10	51,0	11,3	47,7	11,3	42,5	11,3	43,6	11,4
11	46,5	7,3	46,9	7,6	44,2	7,4	43,9	7,4
12	45,3	7,4	46,5	7,6	42,9	7,6	44,6	7,5
13	43,8	8,4	44,9	8,1	44,3	8,1	44,5	8,0
14	44,0	8,5	43,5	8,3	44,5	8,2	44,2	8,1
15	43,9	8,2	43,9	8,2	43,8	8,2	43,2	8,3
16	43,6	10,1	43,6	10,1	47,2	10,0	44,5	9,9
17	43,0	10,9	45,2	11,0	45,6	11,0	43,0	11,0
18	44,7	11,2	44,5	11,3	43,7	11,2	43,3	11,2
19	43,5	11,4	43,8	11,4	43,4	11,5	40,7	11,4
20	14,1	11,7	41,0	11,6	38,3	11,6	36,1	11,6
21	34,6	8,4	42,5	8,4	42,7	8,2	43,0	8,2
22	43,4	9,8	43,1	9,8	41,4	9,8	43,5	9,9
23	38,4	10,4	43,4	10,4	42,6	10,5	42,8	10,6
24	39,6	10,9	41,4	10,9	43,5	11,0	41,6	10,9
25	33,1	11,2	44,9	11,3	37,9	11,1	44,0	11,2
26	45,8	6,6	47,0	6,0	47,8	6,7	46,6	6,5
27	45,4	7,4	46,0	7,4	46,9	7,1	46,1	7,4
28	46,2	7,8	45,9	7,8	46,5	7,7	47,2	8,0
29	43,7	8,5	45,1	8,2	45,8	8,2	43,2	8,3
30	42,7	8,9	44,2	8,8	42,7	8,4	39,6	8,3



Quadro II - Série Monte Alegre. Dados obtidos dos tratamentos 31 a 60.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
31	35,7	9,1	42,6	9,1	43,7	9,0	42,5	9,0
32	41,2	10,4	43,7	10,0	41,3	10,2	43,3	10,2
33	42,3	10,7	41,9	10,7	42,6	10,8	42,3	10,8
34	41,7	11,2	40,1	11,2	41,2	11,2	39,4	11,3
35	9,1	11,8	8,6	11,6	11,7	11,6	3,2	11,7
36	43,9	8,8	43,6	8,8	43,9	8,6	43,5	8,6
37	43,5	9,5	44,8	9,5	45,1	9,4	44,0	9,3
38	44,3	10,1	44,4	10,2	43,5	10,0	44,3	10,0
39	42,9	10,2	44,7	10,5	42,2	10,4	44,1	10,7
40	30,7	10,7	39,4	10,6	40,3	10,9	35,2	10,9
41	45,1	7,5	46,6	7,7	45,3	7,4	45,1	7,3
42	45,6	7,3	44,3	7,4	44,8	7,3	48,5	7,3
43	46,8	8,0	46,6	8,8	45,3	8,1	46,5	8,0
44	47,2	8,2	43,4	8,3	46,5	8,3	46,3	8,2
45	45,8	8,4	46,3	8,5	46,5	8,4	45,8	8,4
46	43,0	9,8	37,5	9,8	45,7	9,8	42,3	9,8
47	47,5	10,4	47,0	10,0	43,6	10,0	43,8	10,0
48	47,4	10,7	47,3	10,4	44,9	10,4	43,6	10,2
49	45,2	10,7	45,0	10,6	42,5	10,5	45,3	10,5
50	42,6	11,4	44,7	11,1	42,6	11,1	41,7	10,7
51	41,5	9,8	45,4	9,2	41,1	9,4	46,6	9,3
52	44,7	9,8	42,5	9,6	41,3	9,6	40,1	9,2
53	45,3	10,3	44,6	10,1	42,1	10,1	41,8	9,9
54	45,4	10,7	47,8	10,3	46,6	10,3	41,3	10,1
55	44,5	10,6	43,7	10,7	41,1	10,3	46,5	11,0
56	36,0	7,4	38,1	7,3	36,9	7,2	37,3	7,2
57	41,5	7,9	38,8	7,3	43,9	7,3	37,1	7,4
58	41,0	8,3	40,6	7,3	36,8	7,7	37,9	7,6
59	42,2	8,5	38,2	7,9	37,2	8,0	38,5	8,1
60	39,8	8,7	37,4	7,9	37,1	8,1	34,4	8,1

Quadro III - Série Monte Alegre. Dados obtidos de tratamentos 61 a 90.

Tratamento	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
61	35,3	9,5	33,7	9,2	36,3	9,3	38,7	9,2
62	40,4	10,5	37,9	10,6	37,4	10,5	40,9	10,6
63	41,3	11,0	37,5	11,0	40,0	11,0	41,9	10,9
64	40,5	11,3	42,2	11,3	39,1	11,3	40,8	11,3
65	45,4	11,7	45,0	11,8	46,2	11,8	37,9	11,6
66	34,1	8,4	38,1	8,5	35,0	8,0	33,5	7,8
67	39,7	9,4	39,3	9,4	37,2	9,6	42,4	9,6
68	36,2	10,4	42,0	10,4	39,5	10,4	42,9	10,4
69	40,8	10,7	41,4	10,7	38,1	10,6	40,4	10,7
70	44,4	11,1	44,6	11,0	40,5	11,1	41,1	11,0
71	36,3	6,8	37,4	6,8	38,2	6,8	37,7	7,0
72	40,6	7,4	37,8	7,4	38,2	7,4	41,5	7,4
73	38,6	7,9	39,6	7,9	39,6	7,6	42,5	7,8
74	38,5	8,0	39,2	8,2	41,9	8,4	40,7	8,0
75	36,9	8,8	42,5	8,6	41,4	8,4	40,2	8,6
76	41,3	9,7	42,1	10,0	45,1	10,0	44,3	10,0
77	44,5	10,8	49,5	10,8	44,6	10,3	43,5	10,9
78	43,8	11,0	47,1	11,0	43,0	10,7	41,0	11,1
79	45,5	11,2	46,5	11,2	43,8	10,9	40,9	11,2
80	44,6	11,4	46,1	11,4	39,7	11,3	39,6	11,5
81	43,3	9,7	43,6	9,4	44,5	9,2	44,1	9,2
82	41,5	10,4	45,3	10,4	42,1	9,7	45,4	10,6
83	43,7	10,8	48,2	10,7	42,9	10,1	41,5	10,9
84	41,9	11,0	46,6	10,9	42,2	10,5	42,2	11,0
85	42,3	11,1	47,5	11,1	40,8	10,8	39,8	11,2
86	37,1	8,0	39,2	7,6	37,7	7,5	37,4	7,5
87	39,5	8,0	40,1	7,7	36,9	7,6	38,2	7,8
88	40,4	8,0	41,1	7,9	39,1	8,0	40,4	8,0
89	42,8	8,6	45,2	8,3	39,8	8,2	37,9	8,4
90	42,5	8,8	39,9	8,5	41,7	8,5	38,0	8,5



Quadro IV - Série Monte Alegre. Dados obtidos dos tratamentos 91 a 125.

Tratamento	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
91	46,3	10,0	43,9	9,9	45,5	9,7	45,1	10,3
92	49,1	10,4	47,8	10,1	46,1	10,4	46,0	10,3
93	47,8	10,6	47,8	10,3	45,8	10,5	45,1	10,4
94	47,3	10,9	45,4	10,7	45,1	10,7	46,0	10,7
95	48,4	11,4	46,1	11,2	44,2	11,2	45,6	11,0
96	47,7	9,7	47,2	9,4	47,2	9,1	46,4	9,1
97	54,0	9,9	44,3	9,7	45,1	9,5	45,5	9,6
98	46,3	10,4	46,8	10,2	43,8	10,2	47,6	9,9
99	46,2	10,7	46,8	10,3	45,5	10,6	47,2	10,7
100	46,2	10,9	46,5	10,6	45,2	10,6	46,2	10,4
101	45,3	7,4	44,9	7,6	44,5	7,4	44,7	7,5
102	46,3	7,9	43,2	7,4	44,8	7,4	45,8	7,7
103	45,5	8,1	45,0	7,5	46,3	7,7	45,0	7,8
104	46,4	8,4	44,6	7,7	45,9	8,0	44,1	8,0
105	40,2	7,9	43,6	7,9	45,5	8,3	43,3	8,1
106	43,1	9,2	46,5	9,2	44,9	9,1	45,7	9,1
107	45,4	10,5	48,0	10,4	46,6	10,2	45,6	10,4
108	46,6	10,8	48,4	10,7	45,8	10,5	47,0	10,8
109	47,1	11,0	48,9	11,0	50,5	10,9	45,3	11,0
110	50,8	11,4	49,7	11,3	45,8	11,3	44,7	11,3
111	45,0	8,8	45,3	8,8	44,3	8,7	43,7	8,9
112	45,7	9,5	48,1	9,5	46,7	9,4	45,9	10,4
113	46,7	10,3	47,5	10,3	46,0	10,2	45,8	10,5
114	45,3	10,6	49,3	10,7	44,6	10,4	45,4	10,9
115	45,6	10,9	49,8	10,9	44,4	10,8	46,4	11,0
116	46,1	7,1	46,3	7,0	42,4	7,2	46,9	7,2
117	44,2	7,3	46,4	7,6	47,0	7,5	47,4	7,3
118	46,0	7,6	47,7	7,4	46,6	7,3	46,6	7,7
119	46,6	8,0	47,3	8,0	45,4	8,0	45,7	8,0
120	44,8	8,4	48,0	8,2	47,4	8,3	46,9	8,2
121	37,1	9,7	32,6	9,6	32,1	9,4	32,2	9,4
122	35,4	10,3	34,0	10,5	37,3	10,2	36,0	10,1
123	38,7	10,8	38,4	10,8	31,0	10,7	37,1	10,7
124	37,2	11,1	36,8	11,0	38,7	11,0	37,7	11,0
125	44,3	11,3	38,2	11,3	36,6	11,4	37,4	11,4



Quadro V - Série Ibitiruna. Dados obtidos dos tratamentos 1 a 30.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
1	10,3	10,6	8,0	10,6	8,4	10,6	3,6	10,6
2	8,6	11,1	8,7	11,1	7,3	11,2	8,2	11,2
3	9,0	11,4	8,0	11,4	11,4	11,4	8,7	11,4
4	7,9	11,5	8,7	11,5	7,6	11,5	7,5	11,6
5	0,2	11,7	10,6	11,6	13,1	11,6	0,0	11,6
6	7,3	10,3	6,4	10,3	10,8	10,3	7,4	10,4
7	9,0	10,7	9,7	10,8	8,7	10,6	11,6	10,6
8	8,7	11,0	9,0	11,0	11,4	10,9	9,4	10,9
9	8,5	11,1	9,4	11,1	8,6	11,0	13,4	11,1
10	8,8	11,2	8,4	11,3	7,9	11,3	11,5	11,3
11	8,3	7,9	10,4	7,9	7,9	7,9	7,7	8,6
12	8,3	8,7	8,1	8,5	8,1	8,3	7,4	8,9
13	8,7	8,6	7,2	8,7	8,5	8,7	8,3	9,1
14	10,2	8,8	7,3	9,0	8,8	9,5	6,9	9,6
15	9,7	9,6	9,8	9,7	7,2	9,5	10,3	9,7
16	11,4	10,7	9,6	10,7	7,2	10,6	9,3	10,5
17	10,2	11,1	9,6	11,1	11,0	11,1	9,4	11,2
18	8,2	11,4	8,8	11,4	5,7	11,4	5,5	11,4
19	8,2	11,5	9,0	11,5	6,0	11,7	1,5	11,4
20	0,0	11,6	5,2	11,6	8,3	11,6	1,4	11,6
21	9,9	10,2	8,9	10,2	9,0	10,1	10,4	10,0
22	10,5	10,7	10,4	10,7	9,1	10,5	11,3	10,5
23	10,3	11,0	9,9	11,0	10,1	11,0	10,0	10,9
24	6,5	11,1	8,4	11,1	6,7	11,0	6,1	11,0
25	5,4	11,3	5,1	11,2	6,7	11,3	6,6	11,2
26	13,5	9,1	7,0	8,3	11,4	7,4	8,9	8,2
27	6,1	8,4	9,8	8,6	7,8	8,6	8,4	8,5
28	9,2	9,2	9,1	9,2	7,5	9,3	9,0	9,4
29	9,9	9,5	7,8	9,6	8,7	9,1	9,5	9,2
30	8,3	9,7	9,8	9,3	8,0	9,4	8,7	8,6

Quadro VI - Série Ibitiruna. Dados obtidos dos tratamentos 31 a 60.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
31	11,8	10,2	12,2	10,2	10,5	10,1	10,0	9,6
32	10,2	11,0	10,7	11,0	11,6	11,2	10,2	11,0
33	9,5	11,0	7,6	11,2	7,9	11,3	6,6	11,3
34	3,8	11,4	2,2	11,4	2,6	11,4	0,5	11,4
35	3,8	11,7	5,2	11,6	2,3	11,5	0,0	11,5
36	12,2	6,9	12,0	5,9	10,6	6,6	12,1	6,0
37	14,3	10,0	13,0	9,7	11,4	7,7	13,4	9,6
38	11,8	10,6	11,5	10,3	11,4	10,3	11,5	10,0
39	11,3	10,8	9,5	10,9	8,3	11,1	8,4	11,1
40	10,0	11,2	7,0	11,2	6,9	11,1	8,5	11,1
41	11,9	6,0	8,3	6,2	8,8	6,6	8,8	6,6
42	9,6	7,5	9,4	7,4	9,0	7,2	8,3	7,0
43	9,4	7,7	9,2	7,7	7,9	7,5	9,5	7,0
44	8,7	8,2	8,5	7,9	8,8	8,2	12,6	8,0
45	9,7	8,1	8,4	9,2	8,9	9,1	8,6	9,2
46	13,5	9,9	12,1	10,2	11,5	10,2	12,5	9,7
47	12,5	10,4	12,1	10,4	12,2	10,4	12,6	10,9
48	13,8	10,6	13,6	10,6	10,8	11,2	12,5	11,2
49	13,6	10,7	12,7	11,4	11,8	10,7	12,9	11,4
50	14,9	10,8	13,5	10,9	14,8	10,8	10,1	11,6
51	12,0	9,6	9,7	9,7	11,7	9,2	10,8	9,6
52	11,6	10,2	15,0	10,2	13,9	10,2	13,1	10,2
53	13,1	10,5	14,5	10,5	12,2	10,5	14,4	10,3
54	15,8	10,6	12,8	10,5	13,6	10,6	15,0	10,7
55	15,7	10,8	12,9	10,6	14,9	10,8	13,3	10,6
56	12,0	6,8	10,2	7,0	11,5	6,9	10,2	6,8
57	12,8	8,1	10,9	8,2	12,4	8,4	12,0	8,1
58	10,5	8,3	10,6	8,3	11,0	8,5	12,6	8,6
59	11,7	8,9	11,8	8,9	10,6	8,8	12,9	8,8
60	10,7	9,0	10,2	9,1	11,5	8,7	12,7	9,1

Quadro VII - Série Ibitiruna. Dados obtidos dos tratamentos 61 a 90.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
61	12,8	10,3	11,4	10,3	11,4	10,1	11,9	9,2
62	11,8	11,0	10,4	10,9	13,6	10,9	11,7	10,0
63	12,7	11,3	11,0	11,3	13,2	11,2	14,1	11,2
64	11,6	11,5	11,4	11,5	11,6	11,5	11,1	11,4
65	12,3	11,7	9,5	11,8	8,9	11,8	9,7	11,7
66	12,2	9,8	12,7	9,8	15,5	9,3	10,5	9,5
67	13,3	10,4	12,0	10,5	12,6	10,3	12,3	10,2
68	14,7	10,8	13,0	10,9	12,3	10,8	13,2	10,7
69	15,2	11,1	12,3	11,1	12,5	11,0	11,9	11,1
70	14,8	11,3	10,8	11,3	12,9	11,2	15,0	11,2
71	9,1	8,4	9,4	7,9	8,6	7,4	9,8	7,3
72	8,0	8,1	10,3	8,6	8,2	8,1	10,5	7,9
73	8,5	8,2	10,0	8,4	8,5	9,1	11,2	9,0
74	7,9	8,8	9,0	8,8	7,0	8,7	6,2	8,7
75	7,3	9,4	7,4	9,5	7,6	8,9	6,8	8,9
76	13,9	9,6	11,5	9,9	12,0	9,6	12,1	9,9
77	14,4	10,3	15,4	10,3	11,0	10,7	11,6	10,7
78	13,8	10,5	11,4	10,6	13,5	10,5	12,2	10,7
79	13,7	10,7	13,7	10,7	12,1	10,6	11,8	10,6
80	11,4	10,9	15,1	11,2	13,2	10,8	11,3	11,0
81	14,4	9,6	15,0	9,5	10,2	9,6	11,2	9,6
82	11,2	9,8	15,4	9,9	11,8	10,3	12,1	10,2
83	14,0	10,8	12,7	11,0	12,0	10,2	11,9	10,1
84	11,2	10,5	16,3	10,6	12,7	10,7	13,7	10,6
85	15,8	10,7	14,0	10,7	14,4	10,7	11,3	10,6
86	9,7	7,3	9,4	7,3	10,2	7,4	9,5	7,4
87	9,1	7,8	9,5	7,6	9,2	7,8	8,9	7,9
88	10,5	7,9	8,8	7,9	9,1	8,2	8,8	7,9
89	9,1	8,3	8,7	8,3	8,9	8,2	8,9	8,3
90	9,5	8,6	9,1	8,6	8,3	8,6	8,7	8,6



Quadro VIII - Série Ibitiruna. Dados obtidos dos tratamentos 91 a 125.

Tratamento	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
91	10,1	10,3	10,3	10,2	10,8	10,3	10,3	10,3
92	10,8	10,3	10,6	10,3	10,0	10,3	11,4	10,3
93	10,3	10,4	12,7	10,5	1,4	10,9	4,1	10,5
94	3,7	10,6	2,7	10,5	2,1	10,6	5,7	10,6
95	1,9	10,8	1,6	10,8	1,6	10,8	3,4	10,8
96	12,1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,6	9,9
97	13,1	10,4	11,3	10,4	10,3	10,3	12,8	10,4
98	10,5	10,6	10,8	10,6	11,1	10,6	10,9	10,6
99	10,4	10,7	10,7	10,7	10,9	10,7	11,2	10,7
100	11,4	10,8	8,9	10,7	13,2	10,7	10,7	10,6
101	10,7	7,4	9,1	8,1	9,3	8,2	10,7	7,4
102	10,0	8,2	9,6	8,2	9,5	8,2	9,9	8,2
103	9,6	8,5	9,5	8,4	9,8	8,3	9,5	8,4
104	12,5	8,8	11,8	9,0	10,5	8,8	9,5	9,0
105	9,9	9,0	9,9	9,0	11,9	9,0	10,1	9,0
106	10,4	9,2	13,2	9,2	10,2	9,1	10,4	9,2
107	11,4	10,2	10,8	10,3	11,5	10,3	13,2	10,4
108	0,9	10,5	1,8	10,5	0,0	10,6	20,2	10,6
109	1,3	10,6	1,1	10,7	1,0	10,7	6,1	10,6
110	0,0	10,8	1,1	10,9	0,5	10,9	0,0	10,8
111	11,4	9,0	11,5	8,8	12,6	8,6	10,1	8,5
112	13,4	9,5	11,2	9,5	11,3	9,4	12,9	9,5
113	13,9	10,0	11,3	10,0	12,5	10,0	13,6	10,1
114	14,2	10,3	12,6	10,2	11,5	10,3	12,7	10,5
115	14,0	10,5	12,0	10,5	12,9	10,7	11,9	10,7
116	10,3	7,0	10,3	6,9	10,1	7,0	9,8	7,0
117	11,7	6,9	12,4	6,9	12,3	6,9	13,5	7,1
118	12,9	7,3	14,0	7,3	11,8	7,7	9,8	7,7
119	13,3	7,9	11,4	7,9	13,1	7,9	11,5	7,9
120	12,1	8,3	13,9	8,3	11,4	8,2	11,4	8,2
121	9,7	9,9	10,3	10,1	10,6	9,9	10,3	9,7
122	13,2	10,3	9,7	10,6	9,4	10,5	10,0	10,3
123	12,4	11,2	10,7	11,1	11,0	10,7	11,0	10,7
124	12,7	11,2	18,1	11,2	14,2	11,1	14,3	11,4
125	17,7	11,4	14,2	11,3	9,6	11,3	8,4	11,0

Quadro IX - Série Monte Olimpo. Dados obtidos dos tratamentos 1 a 30.

Tratamento	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
1	37,9	9,5	38,2	9,4	39,0	9,5	39,8	9,4
2	35,0	10,2	38,8	10,1	37,9	10,2	36,5	9,8
3	39,3	10,5	39,4	10,6	38,0	10,5	38,5	10,5
4	40,0	10,8	43,5	11,1	38,6	11,0	37,1	10,8
5	40,3	11,5	36,3	11,7	42,8	11,7	38,3	11,7
6	37,0	9,4	42,8	9,4	35,7	9,4	34,5	9,3
7	36,0	9,6	34,1	9,8	36,9	9,8	35,5	9,7
8	32,1	9,9	33,8	10,0	32,0	10,0	30,7	10,2
9	35,9	10,5	35,3	10,3	36,7	10,3	36,5	10,3
10	36,6	10,9	37,7	10,9	37,4	10,8	36,1	10,6
11	36,9	6,8	35,7	7,2	35,2	6,9	33,5	6,9
12	37,5	7,4	34,3	7,5	35,5	7,6	35,5	7,6
13	31,0	7,6	36,5	7,8	36,8	7,9	38,6	7,8
14	37,1	8,0	33,9	8,0	38,8	8,3	35,2	8,4
15	36,0	8,5	38,3	9,0	44,0	9,0	35,4	8,9
16	33,2	9,6	31,3	9,5	36,3	9,5	37,6	9,2
17	32,3	10,1	33,9	10,2	35,9	10,0	37,7	10,1
18	37,2	10,3	33,7	10,2	35,7	10,1	36,5	10,5
19	36,1	11,0	35,6	11,1	35,5	10,7	36,2	10,6
20	33,4	11,6	41,7	11,4	42,2	11,4	40,9	11,4
21	30,7	9,0	33,9	8,4	30,0	8,3	35,4	9,5
22	40,2	8,5	34,4	9,6	27,7	8,2	38,0	9,6
23	35,9	9,4	35,7	9,4	32,5	9,3	34,7	9,2
24	33,2	10,8	38,9	10,0	32,5	10,8	35,7	10,7
25	32,2	10,2	34,8	10,1	30,7	10,2	33,7	10,1
26	35,6	6,5	36,4	6,2	33,5	6,6	35,3	6,6
27	35,7	7,4	37,3	7,5	35,4	7,4	33,5	7,6
28	34,8	8,2	33,9	8,4	38,1	8,1	35,7	8,2
29	35,0	8,5	33,4	8,6	31,6	8,5	35,3	8,3
30	34,3	8,6	34,0	8,8	33,6	9,0	33,5	9,0

Quadro X - Série Monte Olimpo. Dados obtidos dos tratamentos 31 a 60.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
31	40,1	7,3	37,7	6,8	35,7	7,0	40,2	6,9
32	38,3	7,2	37,1	8,2	37,0	8,1	38,7	8,2
33	43,0	9,1	41,5	9,4	41,1	9,4	38,7	9,5
34	37,8	10,2	41,5	10,5	39,7	10,7	38,9	10,6
35	40,0	11,6	37,9	11,2	35,3	11,3	38,5	11,3
36	37,6	6,8	36,6	6,7	36,4	6,7	37,4	6,7
37	38,9	6,8	38,1	6,9	38,8	7,1	37,0	7,1
38	36,2	7,6	35,1	7,9	38,0	8,0	37,8	8,1
39	37,7	8,2	36,2	8,3	35,2	9,2	39,1	8,7
40	33,4	8,9	34,7	9,8	37,0	9,4	33,4	9,3
41	38,6	5,9	37,5	5,7	36,2	5,6	35,8	5,5
42	39,8	5,7	34,9	5,9	37,2	5,9	36,0	6,0
43	35,4	6,3	37,4	6,2	38,5	6,1	39,5	6,2
44	36,1	6,7	35,3	6,7	37,0	6,8	36,9	6,8
45	38,1	7,1	37,9	7,4	42,4	7,4	39,9	7,1
46	28,1	8,7	25,1	8,2	28,3	8,2	28,2	8,2
47	33,8	9,6	30,0	9,7	31,7	9,6	33,7	9,7
48	34,8	10,0	35,5	10,1	37,4	10,2	34,2	10,1
49	40,1	10,6	35,9	10,7	35,7	10,8	37,6	10,7
50	36,4	11,3	35,7	11,4	39,9	11,3	37,2	11,3
51	26,2	7,9	24,7	7,8	27,2	7,6	26,3	7,4
52	26,8	7,7	30,5	7,9	24,2	8,4	26,1	8,0
53	30,2	8,7	29,6	8,7	30,1	8,5	27,3	8,7
54	30,2	8,7	24,5	9,0	27,5	9,1	32,0	8,3
55	29,9	9,4	32,9	9,3	31,5	9,4	31,9	9,4
56	18,5	6,8	20,8	6,8	20,6	6,8	22,4	6,7
57	25,3	7,1	22,9	7,3	24,8	7,3	21,6	7,3
58	24,1	7,5	26,8	7,6	27,4	7,6	27,7	7,6
59	25,8	7,9	23,2	8,1	19,8	8,0	25,0	8,0
60	25,6	8,1	27,4	8,5	26,1	8,3	29,5	8,2



Quadro XI - Série Monte Olimpo. Dados obtidos dos tratamentos 61 a 90.

Tratamento	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
61	27,5	8,0	32,5	8,2	33,8	7,5	30,7	8,0
62	32,5	9,0	38,3	9,1	34,8	9,0	38,6	9,0
63	33,7	9,4	30,7	9,4	34,5	10,5	33,6	10,5
64	35,0	11,0	37,3	11,0	33,1	11,1	34,2	10,9
65	34,8	11,6	37,7	11,6	38,5	11,6	34,2	11,7
66	26,0	8,8	25,2	8,5	25,8	8,2	27,1	8,5
67	28,7	8,2	29,4	8,6	26,5	8,6	32,3	8,5
68	30,1	10,0	29,4	10,0	30,8	9,8	28,6	9,4
69	29,9	10,1	29,6	10,1	30,9	10,0	31,2	10,0
70	29,7	10,4	29,9	10,4	29,7	10,3	31,8	10,2
71	24,1	7,3	22,2	7,0	21,8	6,7	20,5	6,7
72	21,9	6,9	26,3	7,1	23,8	7,0	25,1	7,0
73	26,0	7,3	23,2	9,0	22,3	8,3	23,0	8,0
74	27,4	8,2	24,8	8,4	26,9	8,3	24,3	8,7
75	20,8	8,4	26,2	8,1	26,9	8,6	24,6	8,4
76	23,7	8,6	23,7	8,1	24,1	8,0	25,4	7,9
77	29,9	9,1	30,5	9,1	31,9	9,1	31,8	9,1
78	34,2	10,1	32,1	10,3	34,8	10,2	34,6	10,2
79	35,6	10,8	38,6	10,8	34,9	10,8	36,4	10,9
80	35,2	11,3	29,8	11,4	33,5	11,4	34,1	11,3
81	24,8	8,0	26,8	8,2	27,8	8,1	24,0	8,0
82	29,0	8,1	29,0	8,4	29,7	8,3	25,2	8,2
83	31,7	9,6	28,3	9,7	34,0	9,7	31,9	9,7
84	29,5	10,4	33,4	10,3	32,4	10,1	33,4	10,2
85	33,5	10,6	28,8	10,2	29,6	10,6	31,2	10,4
86	19,7	7,3	21,9	7,4	18,0	7,4	18,0	7,4
87	22,4	7,7	23,3	8,6	24,3	8,2	21,6	8,1
88	24,0	8,0	21,5	7,9	23,5	8,0	20,3	7,9
89	26,1	8,1	18,4	8,1	22,0	8,3	21,5	8,3
90	18,5	8,3	19,5	8,5	19,3	8,3	19,4	8,2

Quadro XII - Série Monte Olimpo. Dados obtidos dos tratamentos 91 a 125.

Tratamento nº	Repetições							
	A		B		C		D	
	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH	argila %	pH
91	39,7	9,8	39,8	9,8	36,7	9,8	39,1	9,8
92	37,6	10,2	40,3	10,3	41,5	10,4	37,7	10,3
93	41,5	10,9	40,1	10,8	40,5	10,8	40,7	10,9
94	37,2	11,2	38,8	11,2	38,8	11,3	39,0	11,3
95	35,0	11,7	32,8	11,6	37,0	11,3	35,8	11,5
96	40,0	9,5	34,8	9,6	32,5	9,6	37,2	9,5
97	39,7	9,9	38,0	10,1	36,1	10,0	38,9	10,1
98	35,9	10,2	35,9	10,4	39,8	10,3	37,4	10,2
99	34,1	10,5	37,8	10,6	39,2	10,8	36,1	10,7
100	37,6	10,6	40,1	10,9	39,8	10,8	39,2	10,6
101	37,3	7,4	37,4	7,6	38,3	7,5	31,3	7,6
102	38,7	7,9	38,4	8,3	36,9	8,1	39,3	8,0
103	39,7	8,1	40,1	8,2	41,0	8,3	36,8	8,5
104	36,2	8,7	33,7	8,9	34,6	8,8	34,2	8,6
105	40,2	10,0	35,2	9,3	40,1	9,1	34,8	8,8
106	31,2	6,9	33,2	6,9	34,7	6,8	36,3	6,8
107	31,1	7,7	34,1	7,9	27,9	7,9	34,7	7,9
108	33,8	9,0	31,6	9,0	34,9	9,2	31,9	9,1
109	34,2	9,7	34,3	9,8	36,2	9,9	34,4	9,9
110	33,7	10,7	33,4	11,3	33,0	11,2	34,3	11,3
111	26,9	6,7	29,2	6,8	27,9	6,7	26,8	6,7
112	27,6	7,0	28,0	7,0	27,7	7,2	29,8	7,2
113	25,8	7,6	23,2	7,6	28,6	7,8	29,5	7,9
114	28,6	8,6	28,1	8,7	21,9	8,7	24,8	8,8
115	27,1	9,5	26,0	9,6	26,9	9,7	26,8	9,6
116	31,8	6,6	26,2	6,4	30,1	6,4	33,6	6,4
117	27,2	6,7	25,7	6,6	27,9	6,7	33,6	7,2
118	22,6	6,7	24,6	6,8	24,6	6,8	26,7	6,8
119	25,9	7,0	27,4	7,1	24,8	7,1	23,3	7,1
120	25,6	7,2	24,2	7,3	26,6	7,3	33,1	7,5
121	23,0	8,0	14,8	8,4	21,7	8,1	27,8	8,0
122	31,3	9,7	30,1	9,8	32,2	9,7	31,2	9,5
123	30,5	10,2	32,3	10,3	35,4	10,0	33,0	10,2
124	34,9	10,5	34,1	10,4	34,4	10,5	31,3	10,4
125	36,9	10,7	31,7	10,7	35,9	10,7	38,4	10,6