

Caracterização Química de Solo da Fazenda Macuco (Andrade Pinto-RJ): Uma Visão Crítica
Mariana Magalhães Souto - William Costa Rodrigues - Carlos Eduardo Cardoso

Caracterização Química de Solo da Fazenda Macuco (Andrade Pinto-RJ):

Uma Visão Crítica

Mariana Magalhães Souto

Universidade Severino Sombra, CECETEN
mari.ssouto@yahoo.com

William Costa Rodrigues

Universidade Severino Sombra, CECETEN
wcostarodrigues@gmail.com

Carlos Eduardo Cardoso

Universidade Severino Sombra, CECETEN
cardoso@yahoo.com.br

Resumo: Este trabalho teve como objetivo traçar o perfil de amostras de solo da fazenda Macuco (Andrade Pinto, Vassouras - RJ). Mais especificamente, se pretendeu avaliar criticamente os métodos clássicos empregados na caracterização química de solos, incluindo métodos internacionais e nacionais desenvolvidos e adaptados pela EMBRAPA para solos tropicais de carga variável. As determinações analíticas foram feitas nas amostras secas ao ar e os resultados foram expressos conforme preconizado pela Embrapa. A metodologia de avaliação da qualidade baseou-se na análise dos parâmetros pH, magnésio, cálcio, fósforo assimilável e matéria orgânica. Os resultados indicaram que pequenas otimizações nas metodologias empregadas podem agilizar os trabalhos e manter a confiabilidade.

Palavras-chave: Análises Químicas. Solo.

Chemical Analysis of Macuco Farm Soil (Andrade Pinto-RJ):

A Critical View

Abstract: This study aimed to profile a sample of soil from Macuco farm (Andrade Pinto, Vassouras - RJ). More specifically, we sought to critically evaluate the classical methods employed in the chemical characterization of soils, including international and national methods developed and adapted by EMBRAPA for tropical soils of variable load. The analytical determinations were made on-air dried samples and the results were expressed in accordance

with the Embrapa. The methodology of quality assessment was based on an analysis of the parameters pH, magnesium, calcium, extractable phosphorus and organic matter. The results indicated that the methods which used small optimizations can speed up the work and maintain reliability.

Keywords: *Chemical analysis. Soil.*

Introdução

A análise química do solo é um dos métodos mais utilizados na avaliação da fertilidade do solo para fins de recomendação de adubação e calagem (Barbosa, 2009). Esse método teve grande desenvolvimento no Brasil a partir de 1965. Nessa época foi iniciado o programa denominado *Soil Testing* com o acordo de cooperação internacional entre o Ministério da Agricultura, representado pela antiga Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo (atualmente Embrapa Solos), e a Universidade Estadual da Carolina do Norte, com o apoio da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID).

Esse programa visava, principalmente, os aspectos de automação, uniformização, experimentação e calibração de métodos para essas análises e impulsionou, de forma significativa, a análise de solo no Brasil a partir da década de 60. As reuniões dos responsáveis por laboratórios de análises de solo para fins de fertilidade, iniciadas com esse programa, foram o embrião da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, atualmente em sua 23.^a edição, promovida pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. A utilização deste conjunto de metodologias ficou conhecida como Método Embrapa (Embrapa, 1997), que compreende as extrações de fósforo (P^{3-}) e potássio (K^+), com a solução Mehlich, de alumínio (Al^{3+}), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) com o Cloreto de Potássio (KCl), as determinações do pH, do carbono total e da matéria orgânica pelo método *Walkley-Black*. Segundo Cantarella e colaboradores (1994), este conjunto de metodologias era adotado em mais de 50% dos laboratórios de análises de solos no país nos anos 90 (Embrapa, 1997).

Como os resultados das análises de solo estão sujeitos a erros de diversas naturezas, as discrepâncias costumam causar descrédito nas análises e no sistema de recomendação de adubação e calagem. A minimização dos erros pode ser conseguida mediante programas interlaboratoriais que buscam a uniformização de metodologias. Tais programas atuam na troca de informações e análises das mesmas amostras, pelos diferentes laboratórios, onde são avaliados e comparados uns com os outros, e após um ano os que tiveram melhores resultados são habilitados ao uso de um Selo de Qualidade. Em geral, os programas vigentes no país têm o objetivo de divulgar e uniformizar protocolos analíticos entre laboratórios, bem como diagnosticar e promover a melhoria da Qualidade dos resultados por eles emitidos.

As modificações e adaptações no conjunto de metodologias originais e a implantação de novos procedimentos culminaram com surgimento dos Programas de Controle de Qualidade regionais de São Paulo (Instituto Agrônomo de Campinas - IAC), Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Programa de Avaliação da Qualidade de Análises de Solo da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal), Minas Gerais

(Profertil) e Paraná (Comissão Estadual de Laboratórios de Análises Agronômicas). Esses programas ainda funcionam, mas não possuem o selo de Qualidade emitido pelo Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF). O PAQLF teve início em 1992, com a participação dos laboratórios que utilizam o método Embrapa, com objetivo de estimular laboratórios de outras regiões não assistidas a participarem de um sistema que pudesse avaliar e corrigir, se necessário, sua qualidade analítica (Silva *et al.*, 2004). A participação dos laboratórios é voluntária e de âmbito nacional. Atualmente fazem parte do PAQLF mais de 90 laboratórios de fertilidade de 25 estados brasileiros.

Assim, esse trabalho teve como objetivo geral a caracterização do solo de dois locais de plantio da fazenda Macuco (denominados Piquete I e Piquete II), localizada no distrito de Andrade Pinto (Vassouras-RJ). Mais especificamente, se pretendeu avaliar criticamente as metodologias recomendadas pela Embrapa Solos, adequando-as ao Laboratório de Química Analítica da Universidade Severino Sombra.

Materiais e Métodos

Todos os compostos e reagentes utilizados neste trabalho possuíam grau analítico e não sofreram etapas prévias de purificação. A água utilizada nos experimentos foi deionizada em um purificador PURI MARTE ORM10 (Rio de Janeiro, Brasil).

Para a coleta das amostras de solo foi utilizado o procedimento preconizado pela Embrapa Solos (Embrapa, 2009). Foram utilizados sacos plásticos resistentes, identificados por escrita direta. A propriedade (Piquete I e Piquete II) foi dividida em áreas uniformes para a retirada das amostras (Figura 1). Cada um dos Piquetes apresentava-se uniforme quanto à cor, topografia, textura e quanto às adubações e calagem que recebeu. As áreas escolhidas foram percorridas em ziguezague, retirando-se com um trado, amostras de 15 a 20 pontos diferentes, que foram colocadas juntas em balde plástico limpo e seco. Todas as amostras individuais de uma mesma área uniforme foram bem misturadas no balde, tendo sido retirada uma amostra final de cerca de 500g. As amostras foram retiradas da camada superficial do solo, até a profundidade de 20 cm, tendo-se antes o cuidado de limpar a superfície dos locais escolhidos, removendo as folhas e outros detritos. Não foram retiradas amostras de locais próximos a residências, galpões, estradas, formigueiros nem de locais encharcados. As amostras foram secas ao ar por 48 horas em peneira com abertura da malha de 2 mm (Tedesco *et al.*, 1995).

Os valores de pH foram obtidos no medidor pH-metro QUIMIS Q 400MT (São Paulo, Brasil), acoplado a um eletrodo combinado de vidro. Todas as soluções empregadas neste trabalho foram preparadas em água destilada e os solutos, em todos os casos, foram pesados em uma balança analítica QUIMIS Q - 500L210C (São Paulo, Brasil). As leituras de absorvância para a determinação de fósforo assimilável foram feitas em um espectrofotômetro 800 XI FEMTO (São Paulo, Brasil). As determinações de cátions trocáveis se deram em um Fotômetro de chama Analyser 910 (São Paulo, Brasil) e por volumetria.

Uma massa de 10 g de solo foi adicionada a um erlenmeyer, seguido da adição de 25 mL da solução extratora de cloreto de potássio (KCl) 1,0 mol L⁻¹. As soluções foram agitadas e deixadas em repouso por uma hora. Com auxílio de um pH-metro previamente

calibrado, foram feitas as determinações do pH das amostras.

Para determinação dos cátions potássio (K^{+1}) e sódio (Na^{+1}), 10 g de solo foram pesados em um erlenmeyer, seguindo-se a adição de 100 mL de ácido clorídrico (HCl) 0,05 mol L^{-1} . A solução foi agitada e deixada em repouso por uma semana, sendo uma alíquota analisada no Fotômetro de Chama. Para a determinação de Ca^{+2} e Mg^{+2} , 5 g de solo foram adicionados a um erlenmeyer contendo 100 mL de KCl 1,0 mol L^{-1} . A solução foi agitada e deixada em repouso por uma semana, sendo duas alíquotas de 50,0 mL transferidas para dois erlenmeyers. No primeiro frasco, procedeu-se a titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,025 mol L^{-1} e azul de bromotimol 1,0 g L^{-1} como indicador. Em seguida, procedeu-se a determinação de Ca^{+2} e Mg^{+2} , adicionando-se previamente 6,5 mL de tampão de hidróxido de amônio/cloreto de amônio pH 10 e 50,0 mg de negro de ericromo T. A solução foi titulada com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 0,0125 mol L^{-1} .

Na segunda alíquota de 50,0 mL procedeu-se a adição de 2,0 mL de trietanolamina a 50%, 2,0 mL de hidróxido de potássio (KOH) a 10% (m/V) e murexida (5,0 mg ou 50,0 mg, conforme o experimento), titulando-se com uma solução de EDTA 0,0125 mol L^{-1} para a determinação de Ca^{+2} . A acidez trocável ($H^{+} + Al^{3+}$) liberada pela reação com solução não tamponada de KCl 1,0 mol L^{-1} foi utilizada para determinar a capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva. Essa determinação foi feita titulando-se uma alíquota do extrato com NaOH 0,025 mol L^{-1} em presença de fenolftaleína 0,1% (m/V).

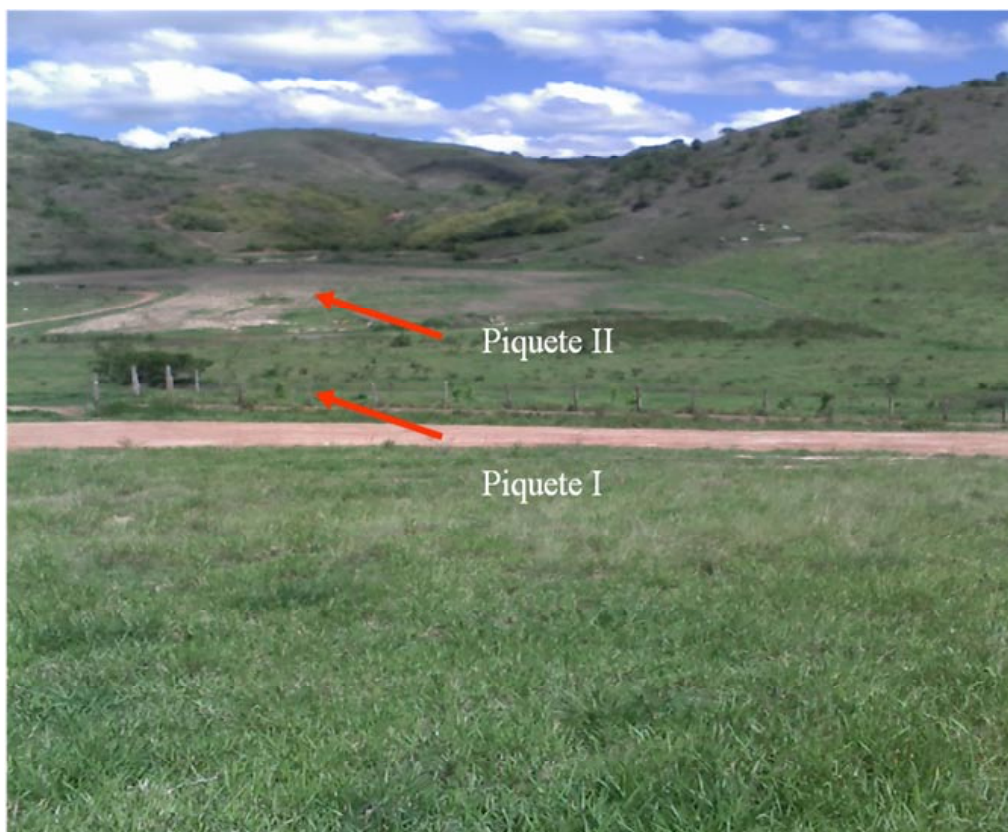


Figura 1. Áreas de amostragem (Piquetes I e II) na fazenda Macuco (Distrito de Andrade Pinto, Vassouras - RJ)

Para análise da matéria orgânica (MO), cerca de 20 g de solo foram finamente macerados. Deste, 0,25 g foi pesado e colocado junto a 50,0 mL de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ em um erlenmeyer que foi levado a fervura branda durante 5 minutos. Após o aquecimento, foram adicionados 80 mL de água, 2 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) concentrado e três gotas do indicador difenilamina (1,0 g de difenilamina em 100 mL de ácido sulfúrico concentrado). A solução resultante foi titulada com sulfato ferroso amoniacal ($Fe(NH_4)(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) $40,0 \text{ g L}^{-1}$. Procedeu-se, também, a determinação da MO através da Perda de Massa por Ignição (PMI) seguida da calcinação de 1,0 g de amostra de solo. Após secagem em estufa a 120°C para remoção da água (2 h), a massa de solo foi levada a 400°C em mufla (2 h).

Para a determinação do fósforo assimilável (P), 10,0 g de solo foram pesados em um erlenmeyer, ao qual se adicionou 100 mL de solução HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ para extração. A solução foi agitada e deixada em repouso por uma semana. Uma alíquota de 5,0 mL do extrato foi transferida para uma erlenmeyer contendo 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio $30,0 \text{ g L}^{-1}$ e 30 mg de ácido ascórbico. A solução resultante permaneceu em repouso por uma hora, para desenvolvimento da coloração característica (azulada). As soluções padrão de 0,5, 1,0 e 2,0 mg L^{-1} foram preparadas pela diluição de uma solução padrão de fósforo $50,0 \text{ mg L}^{-1}$ e alíquotas de 5,0 mL desses padrões diluídos foram transferidas para erlenmeyers, procedendo-se da mesma forma que para com a amostra. Após o repouso, as soluções dos padrões e da amostra tratadas com molibdato de amônio tiveram sua absorvância determinada a 566 nm.

Resultados e Discussões

As técnicas mais comumente empregadas na seleção de soluções extratoras consistem no cultivo de plantas em diferentes solos com teores variados de nutrientes, ou por meio da variação artificial destes com aplicação de diferentes doses dos elementos, correlacionando-os com o teor no solo e com o teor foliar das amostras estudadas. Na escolha do melhor extrator é feito o cálculo de correlação simples entre a matéria seca produzida, o teor do elemento e o seu conteúdo na planta com os teores do solo extraídos pelas diferentes soluções (Hauser, 1973; Raij et al., 2001). No caso do pH, o diagnóstico informará sobre as condições que as plantas terão para alcançar o nutriente existente ou que será adicionado pela adubação. Ele reflete um conjunto complexo de reações no sistema solo-solução e é muito útil quando associado a propriedades do solo, como o estado em que se encontram as bases (Raij et al., 2001; Mehlich, 1948) e a solubilidade de micronutrientes em alguns extratores (Camargo e Valadares, 1982).

Um teste t pode ser usado para comparar um grupo de medições com outro, a fim de decidir se são ou não diferentes. Neste trabalho, determinamos o nível de confiança (ou probabilidade) em 95% para concluir se duas medições diferem uma da outra. Assim, o teste t foi utilizado para decidir se os grupos de medições (pH) a 15 minutos de repouso e a 60 minutos de repouso fornecem resultados idênticos ou diferentes, dentro do nível de confiança estipulado (Harris, 2001).

Neste teste, S_{agrupado} é um desvio padrão agrupado que faz uso de ambos os grupos de dados (Equação 1). O $t_{\text{calculado}}$ (Equação 2) é comparado com o t_{tabelado} para $(n_1 + n_2 - 2)$

graus de liberdade. Se o $t_{\text{calculado}}$ for maior que o t_{tabelado} no nível de confiança de 95%, os dois resultados são considerados diferentes (Harris, 2001).

$$S_{\text{agrupado}} = \sqrt{\frac{\sum_{\text{grupo1}} (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{\text{grupo2}} (x_j - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad \text{Equação (1)}$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\text{agrupado}}} \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}} \quad \text{Equação (2)}$$

Os resultados encontrados nesse estudo mostraram que não se faz necessário o tempo de repouso de 60 minutos antes da medição do pH, podendo o este ser reduzido para 15 minutos. O teste t de Student (Equações 1 e 2) aplicado com base nas medições plotadas nas Tabelas 1 e 2 mostra que, em um nível de confiança de 95%, não existe diferença significativa entre as duas médias ($t_{\text{calculado}} < t_{\text{tabelado}}$) (Harris, 2001).

Tabela 1. Medições de pH do Piquete I

Tempo/Amostra	15 minutos	60 minutos
1	4,94	4,86
2	4,98	4,89
3	4,96	4,91
4	4,71	4,96
5	4,97	4,79
6	4,94	4,56
Média	4,92	4,83
Desvio padrão	0,09	0,13
S agrupado	0,12	
t calculado	1,30	
t tabelado	2,44	

Tabela 2. Medições de pH do Piquete II

Tempo/Amostra	15 minutos	60 minutos
1	5,72	5,6
2	5,73	5,66
3	5,73	5,74
4	5,72	5,81
5	5,75	5,75
6	5,71	5,8
7		5,89
8		5,78
9		5,77
10		5,73
11		5,72
12		5,74
13		5,72
14		5,73
15		5,69
Média	5,73	5,74
Desvio padrão	0,01	0,06
S agrupado		0,06
t calculado		0,35
t tabelado		2,44

Por outro lado, a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo é definida como sendo a soma total dos cátions que o solo pode reter na superfície coloidal prontamente disponível à assimilação pelas plantas. Se a maior parte do CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} e Mg^{2+} , pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas (Ronquim, 2010). Quanto maior o CTC do solo, maior o número de cátions que este solo pode reter. Portanto, a CTC é uma característica físico-química fundamental ao manejo adequado da fertilidade do solo (Lopes e Guidolin, 1992). Sua determinação pode ser feita saturando-se o solo com um cátion índice, que é posteriormente deslocado e determinado, ou somando-se as bases trocáveis com a acidez extraída por uma solução

tamponada a pH 7,0 ou acidez potencial (Camargo et al., 2009). Além disso, segundo Pelloux e colaboradores (1971), existe uma grande variedade de métodos utilizando principalmente o cálcio ou o amônio como cátions saturantes.

Para determinar cálcio e magnésio foi utilizada a volumetria de complexação com EDTA. A massa de murexida indicada na metodologia oficial para análise de cálcio (Embrapa, 1997) é de 50 mg. Por tratar-se de substância tóxica, este trabalho avaliou a possibilidade de redução da massa de indicador adicionada durante a análise (Tabela 3) para 10% do valor recomendado (5 mg). Adicionalmente, realizou-se um estudo comparativo entre a metodologia oficial para determinação de cálcio (volumétrica) e a metodologia que emprega um fotômetro. Os resultados apresentados na Tabela 3 são a média de três determinações.

Tabela 3. Análise de cálcio e magnésio por volumetria utilizando 50 mg e 5 mg do indicador murexida e com uso de um fotômetro de chama

Amostra	50 mg do indicador murexida		
	Mg ²⁺ cmol/dm ³ (volumetria)	Ca ²⁺ cmol/dm ³ (volumetria)	Ca ²⁺ cmol/dm ³ (fotômetro)
Piquete I	1,45	0,32	0,33
Piquete II	0,86	1,99	1,97

Amostra	5 mg do indicador murexida		
	Mg ²⁺ cmol/dm ³ (volumetria)	Ca ²⁺ cmol/dm ³ (volumetria)	Ca ²⁺ cmol/dm ³ (fotômetro)
Piquete I	1,46	0,32	0,32
Piquete II	0,88	1,99	2,01

Com base na Tabela 3, percebe-se ser viável diminuir a massa de indicador necessária quando a volumetria de complexação é utilizada para determinar cálcio e magnésio, além de existir, também, uma correlação entre os resultados obtidos para cálcio no fotômetro de chama e na análise volumétrica (Tabela 3). Um teste t de Student mostrou não haver diferença significativa entre os resultados em um nível de 95% de confiança.

A oxidação da matéria orgânica do solo nos laboratórios de rotina de análise de solo normalmente é realizada por via úmida com dicromato de potássio em meio ácido. O excesso de dicromato após a oxidação é titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal 40,0 g L⁻¹ (Embrapa, 1997). Esta solução tem sido utilizada devido à propriedade dos seus reagentes em oxidarem as frações orgânicas mais prontamente oxidáveis do solo. Embora este método apresente uma boa exatidão e precisão, o uso desta solução contribui para a presença do cromo (Cr³⁺ e Cr⁶⁺, preferencialmente) nos efluentes laboratoriais,

representando um risco à qualidade ambiental e a saúde pública.

Considerando os inconvenientes ambientais e os riscos à saúde associada ao uso do cromo, métodos alternativos ao uso do dicromato têm sido utilizados, destacando-se o método da perda de massa por ignição (PMI) e calcinação da amostra. O método PMI consiste na determinação do C transformado em gás carbônico (CO₂), o qual é estimado pela massa volatilizada de uma amostra de solo seco submetido à ignição em alta temperatura (Schulte e Hopkins, 1996). O método PMI não costuma ser utilizado em laboratórios de rotina, principalmente devido ao prolongado tempo para a pesagem das amostras (Schulte e Hopkins, 1996). Entretanto, nos últimos anos, a maior preocupação com a qualidade do ambiente nos países desenvolvidos estimulou o uso desse método, o qual foi viabilizado com a automatização dos procedimentos de pesagem (Escosteguy, Galliassi e Ceretta, 2007).

Segundo Harris (2001), também neste caso pode ser aplicado um teste t de Student para comparar diferenças individuais (Equações 3 e 4). Foram estudados dois métodos diferentes (PMI e volumétrico) para fazer medições simples em amostras diferentes e os resultados podem ser vistos na Tabela 4.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - d)^2}{n - 1}} \quad \text{Equação (3)}$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{\overline{d}}{sd} \sqrt{n} \quad \text{Equação (4)}$$

A grandeza d é a diferença média entre o método volumétrico e o método da perda de massa por ignição e n é o número de pares de dados. Encontramos que o $t_{\text{calculado}}$ em ambos os casos (Piquete I e Piquete II), é maior que o t_{tabelado} para $n-1$ graus de liberdade. As duas técnicas são, portanto, significativamente diferentes no nível de 95% de confiança.

Entre os nutrientes requeridos pelas plantas, o fósforo é exigido em menores quantidades, entretanto, trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. As plantas absorvem o fósforo do solo, especificamente da solução do solo (Menezes et al., 2004). A análise do solo é o principal veículo de transferência de informações geradas pela pesquisa sobre adubação de culturas aos produtores. No caso do fósforo, a situação é bastante complexa, pela grande variedade de métodos de extração do elemento em uso, o que, de certa forma, é um indicativo da complexidade do comportamento deste elemento no solo.

Tabela 4. Análise de matéria orgânica pelos métodos volumétricos e por perda de massa por ignição

Amostra	Piquete I		
	Volumetria (g/kg)	PMI (g/kg)	Diferença
1	1,1	0,31	-0,79
2	1,5	0,09	-1,41
3	1	0,09	-1,41
Média das diferenças		-1,04	
Desvio padrão		0,33	
t calculado		5,45	
t tabelado		2,44	
Amostra	Piquete II		
	Volumetria (g/kg)	PMI (g/kg)	Diferença
1	1,85	0,13	-1,72
2	1,1	0,13	-0,97
3	0,9	0,14	-0,76
Média das diferenças		-1,15	
Desvio padrão		0,50	
t calculado		3,98	
t tabelado		2,44	

Em uma revisão realizada por Da Silva e Rajj (1999), os autores constataram que o método mais eficiente para determinar fósforo é o baseado na extração do elemento por uma resina trocadora de ânions, mesmo em solo tratado recentemente com fosfatos naturais. Apesar disso, no Brasil, duas soluções ácidas têm sido utilizadas como extratores de fósforo, H_2SO_4 0,05 mol L^{-1} e HCl 0,05 mol L^{-1} , pela facilidade de uso e pelos resultados satisfatórios que fornecem. Assim, em meio HCl 0,05 mol L^{-1} a curva analítica construída para a determinação de fósforo apresentou um R^2 igual a 0,9994 o que indica uma forte relação entre as duas variáveis (Figura 2).

Como os métodos de análise de solo mais utilizados procuram, em geral, avaliar preferencialmente o fator quantidade, que é o parâmetro do solo mais importante para explicar a maior parte da variação do efeito do fósforo do solo sobre as culturas (Dalal e

Hallsworth, 1976; Da Silva e Raij, 1999; Raij, 1978), aplicando-se a equação mostrada na Figura 1, obteve-se um valor médio de fósforo no solo da fazenda Macuco de 23,7 mg/L.

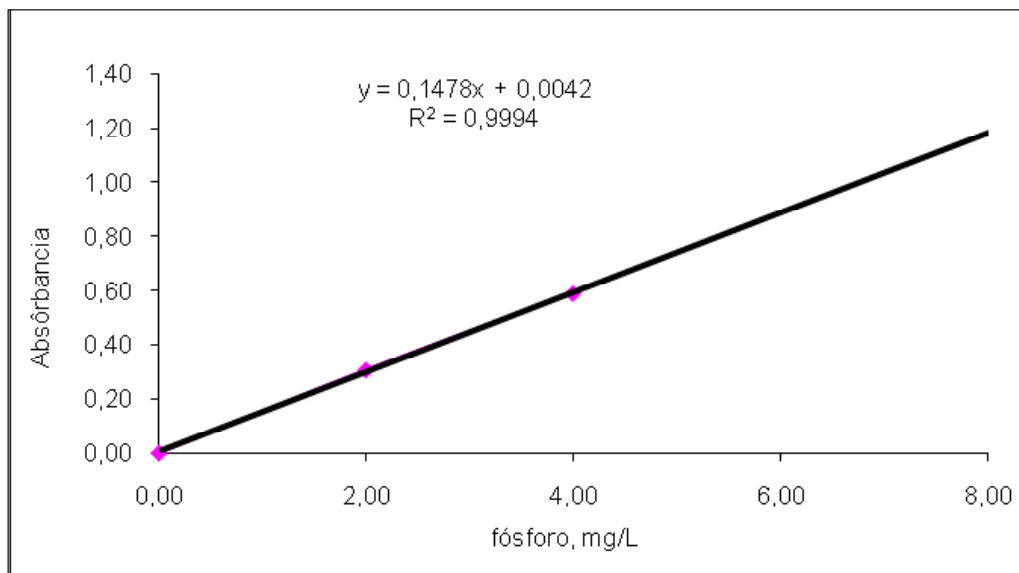


Figura 2. Curva analítica utilizada na determinação de fósforo.

A determinação do potássio e do sódio no solo exige análises químicas sensíveis e precisas, dado o baixo teor em que, no geral, se encontram esses íons. Neste estudo, o método empregado não apresentou sensibilidade suficiente para determinar estes cátions. Como trabalho futuro, sugere-se a pré-concentração das amostras. Resumidamente, os resultados da caracterização química do solo da fazenda Macuco podem ser vistos na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados da caracterização química do solo da fazenda Macuco

Parâmetro	Piquete I	Piquete II
pH	4,8	5,7
Mg ²⁺	1,40 cmol/dm ³	0,86 cmol/dm ³
Ca ²⁺	0,32 cmol/dm ³	1,99 cmol/dm ³
K ⁺	ND	ND
Na ⁺	ND	ND
MO	1,20 g kg ⁻¹	1,28 g kg ⁻¹
P	23,7 mg L ⁻¹	23,4 mg L ⁻¹

ND: não detectado pelo método.

Conclusões

O solo da fazenda Macuco, localizada no distrito de Andrade Pinto (Vassouras - RJ) foi caracterizado mediante a realização de algumas análises químicas que mostraram que as duas áreas estudadas possuem perfis distintos. Assim, percebe-se que, dependendo da cultura escolhida, as áreas deverão ser separadamente avaliadas e submetidas à adubação e calagem para suprir eventuais deficiências.

Com relação às otimizações propostas, demonstrou-se estatisticamente (teste t de Student) ser viável a redução do tempo de repouso para a medição do pH e a redução da massa do indicador murexida utilizada na análise de cálcio. Entretanto, nas amostras de solo testadas não se obteve uma correlação significativa entre os valores de matéria orgânica do solo obtida pelo método volumétrico que emprega o dicromato de potássio e o método da perda de massa por ignição. Estas variações podem ser atribuídas, entre outros motivos, às diferenças mineralógicas existentes entre as alíquotas da amostra (ou da própria amostragem que, espera-se, seja a mais uniforme possível). Enquanto a deoxidrilização de muitos dos silicatos de argila inicia entre 350 a 370 °C, para certos minerais, como a vermiculita, gibbsita, goethita e brucita, a perda de água estrutural geralmente ocorre entre 150 a 250 °C. Os resultados obtidos mostraram que o método da PMI subestimou os valores de carbono do solo, o que pode ser atribuído à temperatura inadequada de calcinação usada. Tal fato pode não ter promovido a perda de água de certos componentes minerais do solo ou a volatilização de compostos inorgânicos da fase sólida do solo. Apesar disso, estes resultados indicam que o método da PMI apresenta um potencial razoável para estimar o teor de carbono do solo em substituição ao método volumétrico, desde que a otimização da temperatura de calcinação seja realizada.

Agradecimentos

Os autores agradecem à proprietária da fazenda Macuco, sra. Alyne França Rivello, pelas amostras cedidas, e à Universidade Severino Sombra pelos insumos e materiais colocados à disposição.

Referências

- Barbosa, C.A. (2009). *Manual de Análise Química de Solo e Fertilizantes*. 1.^a edição, Viçosa.
- Cantarella, H., Quaggio, J.A., Mattos Júnior, D. (1994). A análise de solo no Brasil: 1982-1989. *Boletim Informativo Sociedade Brasileira Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.3, p.96-112, 1994.
- Camargo, O.A., Valadares, J.M.A.S., Dechen, A.R. (1982). Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, página 83-88, Campinas.
- Camargo, O.A., Moniz, A.C., Jorge, J.A., Valadares, J.M.A.S. (2009). *Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Instituto Agronômico, Boletim técnico, página 77.
- Dalal, R.C., Hallsworth, E.G. (1976). Evaluation of the parameters of soil phosphorus availability factors in predicting yield response and phosphorus uptake. *Soil Science Society of America. Journal Madison*, v.40, n.4, pages 541-546, July/Aug.
- Da Silva, F.C., Raij, B. (1999). *Disponibilidade de Fósforo em solos avaliada por diferentes extratores*. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.2, página 267-288.
- Embrapa. (1997). *Manual de métodos de análise do solo*. Centro Nacional de Pesquisas do Solo, página 212. Rio de Janeiro.
- Embrapa Solos. (2009). *Método para coleta de amostras de solos para análise*, endereço: http://www.cnps.embrapa.br/servicos/metodo_coleta.html. Acesso em 05/06/2011.
- Escosteguy, P.A.V., Galliassi, K., Ceretta, C.A. (2007). *Determinação de matéria orgânica do solo pela perda de massa por Ignição*, em amostras do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 31, n. 2.
- Menezes, E.A., Chaves, F.S., Lemos, S.G., Neto, A.T., Nogueira, A.R.A. (2006). *Avaliação de Métodos de extração de fósforo em solo e comparação com monitoramento in situ*, endereço: <http://sec.sbjq.org.br/cd29ra/resumos/t1500-1.pdf>. Acesso em 10/09/2011.
- Hauser, G. F. (1973). *The calibration of soil tests for fertilizer recommendations*. Roma: FAO, page 71.
- Harris, D. C. (2001). *Análise Química Quantitativa*. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., página 68 - 71. 5^a ed, Rio de Janeiro.
- Lopes, A. S., Guidolin, J. A. (1992). *Interpretação de Análise de Solo - Conceitos e Aplicações*. Comitê de Pesquisa/Técnico/ Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANANDA). São Paulo, endereço: <http://www.solos.ufmt.br/docs/fundamentos/interpret.pdf>. Acesso em 10/09/2011.
- Mehlich, A. (1948). *Determination of cation and anion exchange properties of soils*. *Soil Science*, page 429-445.
- Pelloux, P., Dabin, B., Fillmann, G., Gomez, P. (1971). *Méthods de détermination des cations échangeables e de la capacité d'échange dans les sols*. Paris, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, page 117.

- Raij, B. Van. (1978). *Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-9, Campinas
- Raij, B. Van., Andrade, J. C., Cantarella, H., Quaggio, J.A. (2001). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Instituto Agrônomo, página 285, Campinas.
- Ronquim, C. C. (2010). Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. In: *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8*, endereço: <http://www.cnpq.embrapa.br/publica/download/bpd-8.pdf>. Acesso em 10/09/2011.
- Schulte, E.E., Hopkins, B.G. (1996). Estimation of soil organic matter by weight loss-on-ignition. In: *Magdoff, F.R.; Tabatabai, M.A. and Hanlon Jr., E.A., eds. Soil organic matter: Analysis and interpretation*. Madison, SSSAASA, page 21-31.
- Silva, E. M. B., Freire, F. J., Santos, M. V. F., Silva, T. J. A., Freire, M.B.G.S. (2004). Níveis críticos de fósforo para *Brachiaria brizantha* e suas relações com características físicas e químicas em solos de Pernambuco. Revista Brasileira da Ciência do Solo, (28), p.281-288.
- Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. A., Bohnen, H., Volkweiss, S. J. (1995). *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p.