



Rio de Janeiro, RJ
Dezembro, 2001

Autores

Carlos Alberto Silva.
Eng. Agr., Ph.D.
Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico,
1024 CEP-22460-000
Rio de Janeiro - RJ.
csilva@cnpq.embrapa.br

Alberto Carlos de
Campos Bernardi.
Eng. Agr., Ph.D.
Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico,
1024 CEP-22460-000
Rio de Janeiro - RJ.
alberto@cnpq.embrapa.br.

Bernardo Van Raij.
Eng. Agr., Ph. D.
Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP 340,
Campinas / Mogi
Mirim, km 127,5
CEP-13820-000
Jaguariúna - SP.
bvanraj@cnpqma.embrapa.br.



Infra-estrutura e qualidade das análises de solo realizadas em Laboratórios de Fertilidade do Nordeste participantes do PAQLF

A análise de solo é um método eficiente de transferência dos conhecimentos gerados pela pesquisa para o agricultor. No Brasil, o número de análises de solo realizadas nos últimos 40 anos saltou de 20 mil, no início da década de 60, para cerca de 1 milhão no ano de 2001. Esse aumento expressivo no número de laudos de análise de solo gerados anualmente, e o reconhecimento, no país, da análise de solo como uma ferramenta imprescindível para a recomendação de adubos e corretivos, se deveu ao esforço contínuo de técnicos e produtores, impulsionados pelo acordo de cooperação internacional firmado entre o Ministério da Agricultura, representado pela antiga Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo (atualmente *Embrapa Solos*), e a Universidade de Carolina do Norte, com o apoio da USAID. Com o advento desse acordo, iniciou-se no ano de 1965, o programa denominado *Soil Testing* que priorizava em suas ações, principalmente, os aspectos ligados à automação dos laboratórios e à uniformização, calibração e atualização dos métodos de análise de solo usados no Brasil.

A implementação das ações previstas no Programa *Soil Testing* gerou um conjunto de metodologias conhecido como Método Embrapa de Análise de Solo, que compreende as extrações de P e K com a solução Mehlich-1, de Al, Ca e Mg trováveis com o KCl e as determinações de pH em água e de carbono ou da matéria orgânica pelo método colorimétrico, calibrado pelo método de Walkey-Black. Segundo Cantarella et al. (1994), este conjunto de metodologias é adotado, nos dias de hoje, em mais de 50% dos laboratórios de análise de solos do país, sendo possível afirmar que os cerca de 80 laboratórios de fertilidade do solo, cuja qualidade de aproximadamente 350 mil análises de solo é monitorada pelo Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF), adotam, rotineiramente, esse conjunto de protocolos analíticos introduzidos na década de 60.

Não se pode negar o avanço ocorrido nos últimos 40 anos em termos de melhoria da infraestrutura dos laboratórios de fertilidade do solo espalhados pelo Brasil e sua consequência sobre o número de análises de solo realizadas anualmente. É preciso, contudo, ficar atento ao fato de que essas conquistas não se estenderam a todas as regiões do Brasil. Isso pode ser exemplificado pelo fato de que, das cerca de 1 milhão de análises de solo realizadas no país, quase 35%, ou seja, cerca de 350 mil análises são realizadas no Estado de São Paulo. Nesse estado, nos últimos anos, foram realizadas mudanças importantes em termos de introdução de novos protocolos analíticos, melhoria da infra-estrutura laboratorial, automação das operações de rotina, informatização das operações de administração e controle dos dados gerados, que culminaram com a atualização das tabelas de adubação de diversas culturas.

O sucesso das mudanças realizadas nos laboratórios de fertilidade do solo de São Paulo pode ser atestado pelo número expressivo de análises de solo realizadas naquele estado e pela consolidação da análise de solo, junto a técnicos e agricultores, como ferramenta essencial para se definir as doses e fontes de adubos e corretivos usadas nas lavouras. Em função disso, é preciso que as conquistas alcançadas no Estado de São Paulo e em outros estados do Brasil sejam transferidas para outras regiões do país. Para que isso ocorra, se faz necessário levantar a infra-estrutura dos diversos laboratórios de fertilidade do solo presentes em cada região do país. Além disso, é preciso acompanhar a evolução do número e da qualidade dos laudos de análise de solo gerados nesses laboratórios, no sentido de identificar os pontos de estrangulamento, as deficiências de infra-estrutura, os protocolos analíticos usados e a necessidade de atualizar esses protocolos ou de introduzir novas metodologias. Todos esses assuntos são abordados neste documento, com ênfase para a Região Nordeste, em função de ser essa uma das mais importantes regiões de produção de alimentos do Brasil, com destaque para os diversos pólos de fruticultura irrigada lá instalados.

Metodologia

O perfil dos participantes do PAQLF e a infra-estrutura dos laboratórios de fertilidade do solo da Região Nordeste foram levantados através do envio de questionário contendo uma série de itens associados a esses assuntos. Os itens presentes nos questionários enviados aos participantes do PAQLF abordaram questões relativas aos tipos de análises executadas, aos equipamentos e aparelhos presentes nos laboratórios, ao grau de informatização das operações de rotina e de emissão dos laudos de análise de solo, ao número de análises realizadas de 1990 a 2000, aos protocolos analíticos utilizados e à natureza das instituições que abrigam os laboratórios avaliados. O envio dos questionários se deu no ano de 1999 e o recebimento e tabulação dos dados de cada laboratório se encerrou no início de 2001.

A metodologia de avaliação da qualidade dos resultados analíticos gerados nos laboratórios do Nordeste se baseia no envio de duas amostras de terra, a cada três meses, para o laboratório participante, que realiza a análise de fertilidade e envia os respectivos resultados para a *Embrapa Solos*, que coordena as etapas de tabulação e análise estatística dos dados recebidos, no sentido de verificar os desvios de um dado laboratório em relação aos demais. O resultado dessa avaliação é, então, enviado aos laboratórios e, no final do ano, procede-se uma classificação geral com base no grau de inexatidão e imprecisão das análises realizadas por cada um dos participantes, de acordo com a metodologia proposta por Quaggio (1987). Os parâmetros avaliados são: pH em água, cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, H + Al, alumínio e matéria orgânica. À exceção do pH em água, cálcio + magnésio, alumínio, fósforo e potássio, que são obrigatórias, as demais determinações não são exigidas para os laboratórios participantes do PAQLF. Os protocolos analíticos usados para a determinação dos parâmetros mencionados são descritos em Silva et al. (1998).

Resultados e Discussão

A área de atuação do PAQLF no Nordeste do Brasil engloba 8 Estados e 25 laboratórios: Alagoas (2), Bahia (7), Ceará (3), Paraíba (3), Pernambuco (5), Piauí (2), Rio Grande do Norte (1) e Sergipe (2). A natureza de cada Instituição participante é variada, indicando o caráter abrangente do PAQLF, pois participam unidades da Embrapa (28%), Universidades (32%), órgãos de pesquisa e extensão (24%), além de laboratórios particulares e de cooperativas (16%). O público alvo dessas Instituições se associa à pesquisa e aos agricultores de um modo geral. Nos últimos anos, tem sido notado um aumento no número de análises de solo realizadas nos laboratórios de fertilidade do solo do Nordeste.

De fato, o total de análises de solo para fins de avaliação da

fertilidade do solo realizadas pelos participantes do PAQLF da região Nordeste aumentou de cerca de 20 mil, em 1990, para perto de 121 mil no ano de 1999 (Figura 1). Anualmente, o PAQLF coordena o controle de qualidade de cerca de 350 mil análises de solo realizadas no país, sendo, desse modo, cerca de 35% dessas análises realizadas no Nordeste. Assim, nos últimos 10 anos, houve um aumento no número de análises de solo realizadas na Região Nordeste, contudo, existe um potencial enorme para crescimento do número de análises de solo geradas naquela Região, pois o uso da análise de solo ainda não é muito difundido no Nordeste. Nos locais, de maior uso da análise de solo, uma prática comum é o envio das amostras de solo para a análise em laboratórios da Região Sudeste, sendo necessário, no sentido de aumentar os laudos gerados em laboratórios do Nordeste, uma maior difusão dos benefícios da análise de solo.

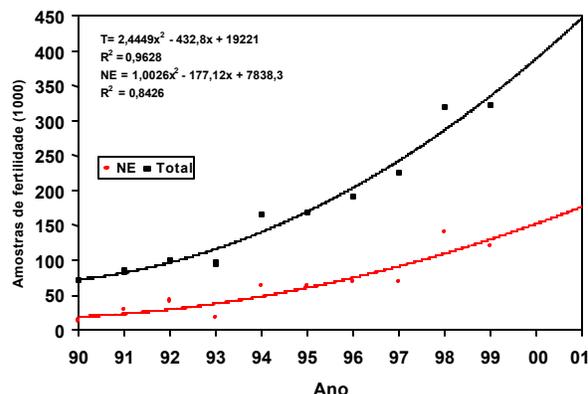


Fig. 1. Número de análises para fins de avaliação da fertilidade do solo realizadas em laboratórios do Nordeste, e em outros laboratórios participantes do PAQLF, no período de 1990-2001.

Esse aumento no número de análises de solo tem sido acompanhado associado a uma melhoria na qualidade dos laudos gerados. No ano de 2000, 25 laboratórios de fertilidade do solo, particulares e públicos, participaram do PAQLF. Desse total, 18 laboratórios obtiveram conceitos A ou B, ou seja, nível de qualidade aceitável, o que lhes permitiu usar, no decorrer de 2001, selo de qualidade com a chancela da Embrapa. No período de 1992, ano de início do PAQLF, a 2000, foi verificado um aumento expressivo no número de laboratórios de fertilidade do solo do Nordeste aptos a usarem o Selo de Qualidade da *Embrapa*. Em 1992, só 3 laboratórios obtiveram conceito mínimo para uso do Selo de Qualidade, ao passo que, em 2000, 18 laboratórios apresentaram qualidade satisfatória para o uso de selo em seus laudos de análise de solo. O número de laboratórios participantes do PAQLF aumentou, também, saltando de 9, em 1992, para 25, em 2000. Um outro resultado interessante, foi o fato de, em 2000, cerca de 72% dos laboratórios apresentarem nível de qualidade aceitável, ao passo que em 1992 só 33% dos laboratórios obtiveram conceitos A ou B. Desse modo, constata-se, nesse período, um aumento sistemático no nível de qualidade dos resultados gerados nos laboratórios do Nordeste.

Os dados relativos à infra-estrutura laboratorial são apresentados na Tabela 1. Cerca de 90% dos questionários enviados foram respondidos e enviados à *Embrapa Solos*. Os resultados obtidos indicam que 80% dos participantes preparam, manualmente, as amostras de solo destinadas à análise de fertilidade, sendo usada, em 65% dos laboratórios, a estufa para a secagem das amostras de solo. Em termos da qualidade da água utilizada pelos laboratórios, 65% utilizam água destilada e, também, 65%, água desmineralizada, indicando que há laboratórios que usam os dois tipos de água.

Tabela 1. Infra-estrutura laboratorial (equipamentos e rotinas analíticas) dos laboratórios do Nordeste participantes do PAQLF.

Infra-estrutura	Nº laboratórios / Nº total de participantes %
Potenciômetro	95,0
Espectrômetro	95,0
Fotômetro de chama	90,0
Espectrômetro de absorção atômica (EAA)	70,0
ICP	0,0
Qualidade da água:	
▪ Destilada	65,0
▪ Desmineralizada	65,0
Preparo de amostra de solo:	
▪ Manual	80,0
▪ Moinho	50,0
Equipamentos para análise de P resina	20,0
Microcomputadores e impressoras	95,0
‘Software’ (emissão de laudos ou gerência do laboratório)	95,0
Controle interno (amostra-padrão)	75,0

Quanto aos equipamentos, 95% dos laboratórios possuem potenciômetros, e 90% dos laboratórios dispõem de espectrômetros. O fotômetro de chama está presente em 90% dos laboratórios. Os três laboratórios que não possuem este equipamento, determinam o K por colorimetria, ou via uso de espectrômetro de absorção atômica (EAA). O espectrômetro de absorção atômica está presente em 70% dos laboratórios, não sendo detectada presença de espectrômetro de Plasma (ICP) nos laboratórios de fertilidade do solo do Nordeste avaliados. A extração de P disponível em solo, pelo método da resina, é realizada em 20% dos laboratórios, indicando que esses laboratórios participam, também, de outro programa de qualidade, possivelmente do programa sob coordenação do Instituto Agrônomo de Campinas.

Todos os participantes do programa possuem microcomputadores e impressoras. Desses, 84% possuem correio eletrônico; 95% possuem software para emissão de resultados e gerenciamento dos laboratórios. A

informatização dos laboratórios possibilita um melhor gerenciamento das análises, facilitando a comunicação entre usuário e prestador do serviço, o que agiliza as operações de análise e entrega dos resultados.

Dos participantes do PAQLF, 75% utilizam este controle interno através do uso de amostras-padrão. A utilização de amostras com teores conhecidos no controle interno de qualidade, também, é um meio rápido de monitoramento da qualidade dos resultados analíticos gerados, devendo, desse modo, ser incluída, regularmente, nas baterias de análise.

Todos os participantes executam as determinações analíticas conforme metodologias sugeridas pelo Sistema *Embrapa* de Análise de Solo, para: pH, P, K⁺ e Al³⁺. No caso do Ca²⁺ e Mg²⁺, o extrator é o KCl, porém, durante a etapa de determinação, 95% dos laboratórios utilizam a volumetria com EDTA e, somente 1 laboratório utiliza a absorção atômica para quantificar os teores desses cátions em solo. Quanto à determinação da acidez potencial (H + Al), 90% dos laboratórios utilizam o acetato de cálcio e, 5%, o método do tampão SMP, e apenas 1 dos laboratórios não realiza essa determinação. Na determinação do C orgânico, a maioria dos laboratórios utiliza o método colorimétrico com dicromato de potássio (90%), não sendo verificado em nenhum laboratório o uso do método de Walkey-Black. A determinação de sódio é realizada em 80% dos laboratórios avaliados, não sendo a análise de sulfato realizada em nenhum deles.

Em função da crescente demanda pelas análises de micronutrientes por parte dos agricultores, no ano de 2000, o PAQLF instituiu o acompanhamento voluntário das análises nos laboratórios. Menos da metade deles (40%) analisam os elementos Cu, Fe, Mn e Zn em solo. Do total de participantes, 35% utilizam o extrator Mehlich-1, enquanto que 5% utilizam o DTPA na extração de micronutrientes em solo. A determinação de micronutrientes é feita, predominantemente, em EAA, uma vez que nenhum deles indicou possuir o ICP. O boro não é analisado em nenhum dos laboratórios avaliados.

Outras análises realizadas pelos laboratórios participantes do PAQLF são: foliar, 40%; adubos e corretivos, 25%; água, 70%; e resíduos orgânicos, 15%; análises físicas: granulometria, 55%; curva de retenção de água, 40%; densidade, 50% e estabilidade de agregados, 5%. Nenhum dos laboratórios realiza determinações de metais pesados. A análise de fertilidade de rotina é ofertada em todos os laboratórios analisados, sendo restrito o número de laboratórios que executam as análises foliar e de micronutrientes em solo.

CONCLUSÕES

A análise de fertilidade de rotina é ofertada em todos os laboratórios analisados, sendo restrito o número de laboratórios que executam as análises foliar e de micronutrientes em solo.

O boro e o S-sulfato em solo não são analisados nos laboratórios avaliados.

É comum nos laboratórios do Nordeste a presença de aparelhos como colorímetros, potenciômetros, destiladores de água, espectrômetros de absorção atômica, não sendo notado, contudo, presença de espectrômetro de plasma.

No período de 1992-2000, houve um aumento sistemático no nível de qualidade dos laudos de análise de solo gerados nos laboratórios de fertilidade do Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D. A Análise de solo no Brasil: 1982-1989. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n. 3, p. 96-112, 1994.

QUAGGIO, J. A. Programa de laboratórios de análise de solo do Estado de São Paulo. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 61-69, 1987.

SILVA, C. A., PÉREZ, D. V., MENEGUELLI, N. A., BERNARDI, A. C. C.; LINHARES, M. **Programa de análise de qualidade em laboratórios de fertilidade (PAQLF) que adotam o método Embrapa: relatório final (1994/98)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. (Embrapa Solos - Boletim de Pesquisa, 17).

SILVA, F. C.; EIRA, P. A.; BARRETO, W. O.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C. A. **Manual de métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1998. 56 p. (Embrapa Solos. Documentos, 3).

Publicação referente ao Subprojeto Diagnóstico, melhoria da qualidade e monitoramento de laboratórios de solo e planta do Nordeste (17.1999.260.02), do Projeto Atualização dos laboratórios de análise de solo e folhas e das recomendações de adubação de fruteiras irrigadas no Nordeste (17.1999.260), financiado pelo PROGRAMA AVANÇA BRASIL.

Circular Técnica, 11

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim

Botânico - Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

E-mail: sac@cnps.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2001): 150 exemplares

Expediente

Supervisor editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisão de texto: Alberto Carlos de Campos Bernardi

Tratamento editorial: André Luiz da Silva Lopes

Editoração eletrônica: Deborah Caroline da S. Vieira

André Luiz da Silva Lopes