

PESQUISA EM ANDAMENTO

N.12, dez./99, p.1-7

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA - SP

Itamar Antonio Bognola¹

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980, o município de Jaguariúna sofreu um progresso econômico notável, com ampla modernização industrial, agro-industrial e do setor de serviços. Este município está inserido na macrorregião de Campinas - o segundo maior parque industrial do Estado de São Paulo e uma área de efetiva metropolização. Esse processo de crescimento e conseqüente ocupação urbana implica no aumento da demanda de recursos naturais essenciais, tais como água, solos agricultáveis, fontes de energia renovável e recursos minerais, gerando problemas de ordem sócio-econômica e ambiental cada vez mais complexos, que influem diretamente na qualidade de vida da população (IG, 1996).

Nesse contexto, o estudo dos componentes do meio físico, particularmente o de solos, é necessário para a elaboração de cartas básicas que orientem o ordenamento territorial e subsidiem a formulação das aptidões do meio abiótico para atividades agrossilvopastoris e para gestão ambiental dos recursos naturais.

Por outro lado, o estudo da mineralogia da fração argila dos solos, quer na sua quantificação e/ou na sua qualificação têm importância fundamental do ponto de vista de manejo dos solos, na medida em que oferece informações preciosas sobre a capacidade de expansão e contração dos materiais, sobre os aspectos eletroquímicos dos solos (Ponto de Carga Zero - PCZ, CTC), sobre a correlação com os efeitos agregantes ou não dos materiais componentes etc.

Os objetivos específicos desta pesquisa são: a) implementar uma base de dados do meio físico em escala municipal, através do uso de técnicas de geoprocessamento (uso de SIG's); e b) identificar, caracterizar e avaliar mineralogicamente os perfis de solos representativos das principais unidades de mapeamento.

2. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

A presente pesquisa está sendo realizada no município de Jaguariúna-SP, localizado na Região Centro-Leste do Estado de São Paulo (Latitude 22°42'24"S e Longitude 47°59'50"W), abrangendo uma área de aproximadamente 140 km², com altitude máxima de 732 metros e mínima de 560 metros.

¹Pesquisador II, Embrapa Monitoramento por Satélite, Caixa Postal 491, CEP 13001-970, Campinas, SP.

Tendo sua economia caracterizada pela atividade agropecuária, o município expande e diversifica, investindo na formação de um parque industrial, incluindo setores de alta tecnologia, favorecido pela rodovia SP- 340, que liga Jaguariúna aos grandes centros urbanos.

O município de Jaguariúna, quanto à geomorfologia e hidrologia, está inserido numa zona de transição entre o escudo e a bacia sedimentar; o relevo possui características distintas. Na parte correspondente ao Planalto Atlântico, a geologia é caracterizada por variada gama de rochas metamórficas pertencentes às Suítes Graníticas Indiferenciadas do Pré-Cambriano, o relevo consiste de morretes alongados paralelos, com topos arredondados e perfil convexo. Drenagem de alta densidade de cursos d'água e com presença de ravinas e muitos vales fechados caracterizam essa área. Na parte da Depressão Periférica, o relevo é pouco movimentado, colinoso, de vertentes suaves. A região é formada por terrenos sedimentares de diversas idades, principalmente os arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcóseos, da Formação Itararé - Grupo Tubarão das eras Paleozóica e/ou Mesozóica e *sills* de diabásio. Dispostos como alvéolos descontínuos, encontram-se pequenas bacias aluviais nos vales dos rios Atibaia e Jaguari, hoje em processo de erosão parcial (Christofolletti & Federici, 1972; IPT, 1981).

Quanto aos tipos principais de solos identificados no município, destacam-se: Podzólicos Vermelho-Amarelos com ou sem cascalhos; Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros;; Solos Hidromórficos e Solos Litólicos (Oliveira *et al.*, 1979; Oliveira *et al.*, no prelo; Bognola *et al.*, 1997).

O município de Jaguariúna possui o seguinte tipo climático, segundo a classificação de Köppen: *Cwa* mesotérmico, com verões quentes e estação seca nos meses de maio a setembro, com apenas 26% da precipitação anual, e apresentando, no mês mais frio, média mensal inferior a 18°C e superior a 30°C. Os meses chuvosos se estendem de outubro a abril, durante os quais caem 74% das chuvas anuais. Observam-se ainda, durante o verão, precipitações mais intensas e o maior número de dias com ocorrências de chuvas. O verão é o período de maior risco de intensificação das enxurradas e, conseqüentemente, dos processos erosivos.

Em relação à vegetação original, a qual era representada pela mata latifoliada tropical, são raros os remanescentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As análises mineralógicas, para a obtenção dos difratogramas de raios-X, foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Federal de Viçosa- MG.

As amostras, após secas ao ar, foram destorroadas e peneiradas, obtendo-se a fração TFSA ($\phi < 2$ mm), as quais, após separação da fração argila ($\phi < 0,002$ mm) foram submetidas às seguintes análises, de acordo com EMBRAPA-CNPS (1997):

Difratogramas de Raios-X - Foram obtidos com aparelho de raios-X Rigaku, Sistema Geigerflex D/max-IIA com radiações $k\alpha$ de Fe, $\lambda = 0,19373$ nm, corrente de tubo 35 KV e 25 mA e sistema de fendas DS 1°, RD 0,15 mm, SS 1°. E com amplitude de varredura de 2θ , variando de 4° - 50° para lâminas normais sem ferro. A velocidade de varredura foi de 2°/min.

Foram obtidos difratogramas de raios-X, das lâminas orientadas sobre vidro plano, das amostras de argila sem ferro; saturadas com Mg ao natural e glicoladas com glicerol a 4%; e saturadas com potássio à temperatura ambiente (25°C) e aquecidas à temperatura de 300°C. Os difratogramas foram interpretados de acordo com Brindley & Brown (1980).

Concentração de óxidos de ferro - Para a análise mineralógica da goethita, hematita e magemita foi necessário tratar a fração argila com NaOH 5 mol/L (Norrish & Taylor, 1961; Kämpf & Schwertmann, 1982), concentrando-se os óxidos de ferro. Essa fração argila concentrada foi examinada por difratometria de raios-X (DRX) em amostras não orientadas.

Quantificação dos minerais da fração argila - Feita por alocação, a partir de dados do ataque sulfúrico, segundo Moura Filho *et al.* (1995), com o auxílio de difratogramas de raios-X, obtidos a partir da concentração de óxidos com NaOH 5 mol/L, de acordo com Norrish & Taylor (1961) e Kämpf & Schwertmann (1982).

Ataque sulfúrico - Foram feitas determinações de acordo com metodologia descrita por Vettori (1969) com modificações feitas por Duriez *et al.* (1982). O ataque ácido consistiu no tratamento da terra fina seca ao ar por ação da fervura sob refluxo com posterior resfriamento, diluições e filtrações e determinações da sílica pelo método gravimétrico; o alumínio pelo método complexométrico por DCTA e titulação com o sulfato de zinco; o ferro pelo método complexométrico por EDTA e o titânio pelo método colorimétrico por oxidação com água oxigenada.

4. RESULTADOS PARCIAIS

A fração argila dos solos estudados apresenta como constituintes mineralógicos principais a caulinita (Ka), a vermiculita com hidróxi entre camadas (Vh), a gibbsita (Gb), a goethita (Gt) e a hematita (Hm), em diferentes combinações e proporções.

Baseando-se nos difratogramas de raios-X, da fração argila desferrificada (r) dos materiais de solos dos perfis 1 (P1), 2 (P2) E 3 (P3) (Fig.1), constata-se a ocorrência de picos (a 725 pm e 345 pm) bem definidos e estreitos de caulinita (001 e 002) para todos os perfis de solos estudados, o que implica em minerais bem cristalizados (Pombo *et al.*, 1982). Em todos os perfis constata-se também a ocorrência de picos bem expressos de vermiculita com hidróxi entre camadas (Vh) com reflexão basal em torno de 1401 pm e de gibbsita (472 e 423 pm), os quais não estão nítidos quando as amostras foram saturadas com potássio à temperatura ambiente de 25°C (K-25) e inexistentes (colapsados) quando saturadas com potássio e aquecidas à 300°C (K-300).

Por outro lado, a distribuição percentual destes componentes mineralógicos dominantes, por sua vez, encontra-se relacionada, principalmente, com a intensidade do intemperismo e da lixiviação experimentada pelos solos durante sua formação, além da influência do material de origem. A amplitude dos percentuais dos minerais presentes (Quadro 1) indica ainda, uma grande diversidade de material de origem e também sugere a influência de processos pedogenéticos diferentes nos solos estudados.

Quanto aos teores de gibbsita, estes se apresentam relativamente baixos para todos os materiais de solos estudados. Segundo Besoain (1985), a presença de gibbsita e seus percentuais estão vinculados a intemperismo intenso e/ou a materiais pré-intemperizados. Neste caso, pode-se inferir que os solos em estudo não estão no extremo do intemperismo.

Assim, a maior presença de caulinita do que de gibbsita indica que a intemperização e a lixiviação, ainda que expressivas, a inferir-se pelos índices Ki apresentados, não foram suficientes para remover totalmente a sílica do sistema, favorecendo a estabilidade da caulinita.

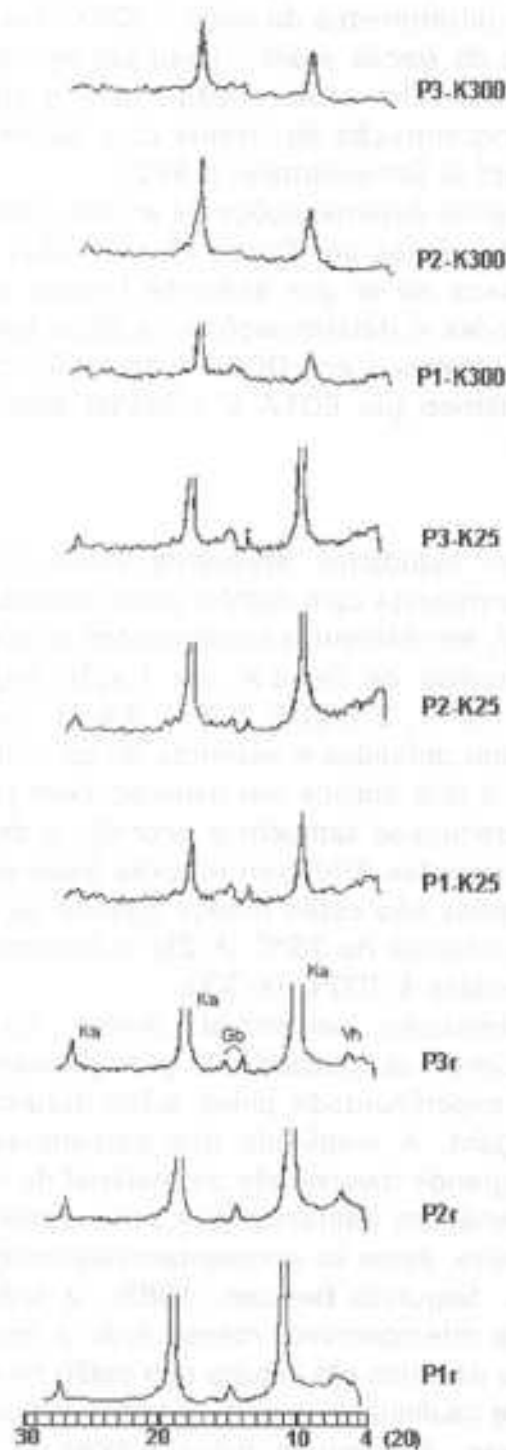


Figura 1. Difrátogramas de raios-X (Perfis 1, 2 e 3) da fração argila tratada para eliminação de matéria orgânica e desferrificada de horizontes B, saturadas com magnésio e glicolada (r), com potássio à temperatura ambiente (K-25), com potássio e aquecida a 300°C (K-300) dos solos do município de Jaguariúna/SP.

Quadro 1. Percentuais de caulinita (Ka), gibbsita (Gb), goethita (Gt), hematita (Hm), magemita (Mh) e adsorção de fosfato (AdsP) para a fração argila, pelo método de alocação de minerais (Moura Filho *et al.*, 1995) e índice de intemperização dos solos (Ki) de horizontes B dos solos do município de Jaguariúna/SP.

Perfis de Solos	Horiz.	Ka	Gb	Gt	Hm	Mh	AdsP	Ki
		%					µg P/g solo	
P1	Bt2	47,3	14,2	5,7	2,1	0	997,9	1,37
P2	Bt2	21,5	0,77	1,8	0	0	308,8	1,82
P3	Bw2	49,5	17,5	2,8	7,4	0	1.098,6	1,29

A ocorrência de óxidos de ferro (hematita e goetita) nos perfis de solos estudados, é resultado da intemperização de constituintes primários, contendo ferro em sua estrutura. A predominância de uma ou de outra forma, entretanto, é ditada pelas condições do ambiente de formação (Schwertmann & Taylor, 1977; Schwertmann, 1985; Kämpf, 1988; Corrêa & Resende, 1991). Assim de maneira bastante resumida, as colorações avermelhadas dos solos P1 e P3 refletem a riqueza de ferro em ambientes de melhor drenagem, onde a gênese da hematita é favorecida (Resende, 1976; Schwertmann & Taylor, 1977; Macedo & Bryant, 1987; Corrêa & Resende, 1991; Chagas, 1994).

Ainda pelo Quadro 1, pode-se observar que o Podzólico Vermelho-Amarelo (P2) é o solo que apresenta bem menos capacidade de adsorção de fosfato (AdsP). Isso indica que a quantidade de alguns constituintes mineralógicos da fração argila e, ou, particularidades mineralógicas dos mesmos (área específica, por exemplo), parecem exercer maior influência na adsorção de P.

O Quadro 2 apresenta os dados do ataque sulfúrico e as relações k_i e K_r da fração menor que 2 mm (TFSA) para os perfis de solos estudados.

Os valores do índice K_i induzem a afirmar tratar-se de solos intemperizados, indicando a dominância de argilo-minerais 1:1 (caulinita), o que é corroborado pelos difratogramas de raios-X, anteriormente discutidos. Entretanto, a constatação de vermiculita com hidróxi entre camadas sugere que a presença de alumínio nas intercâmbias deste argilo-mineral tenderiam a abaixar este índice K_i (Ker & Resende, 1990).

A relação molecular K_r separa os solos cauliniticos ($K_r > 0,75$) dos sesquioxídicos ($K_r \leq 0,75$). Por pressuposições semelhantes, a relação molecular K_i na TFSA separa os solos cauliniticos ($K_i > 0,75$) dos gibssíticos ($K_i \leq 0,75$). Sendo assim, verifica-se que todos os perfis de solos se encontram no grupamento: cauliniticos-não sesquioxídicos.

Quadro 2. Dados do ataque sulfúrico e relações Ki ($\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$), Kr ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) da fração menor que 2 mm (TFSA) de horizontes B dos solos do município de Jaguariúna/SP.

Perfis de Solos	Horiz.	Fe_2O_3	TiO_2	Al_2O_3	SiO_2	Ki	Kr
		%					
P1	Bt2	7,27	0,91	28,12	22,60	1,37	1,15
P2	Bt2	1,34	0,07	9,90	10,58	1,82	1,76
P3	Bw2	11,11	1,69	31,28	23,71	1,29	1,03

5 - CONCLUSÕES

Os resultados apresentados e discutidos permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

- Os difratogramas de raios-X apresentam picos característicos da presença de caulinita (Ka), vermiculita com hidróxi entre camadas (Vh) e gibbsita (Gb);
- A caulinita é o mineral predominante na fração argila destes solos. Hematita e goethita foram as formas de óxido de ferro encontradas, onde a goethita predomina em dois dos três perfis estudados;
- De acordo com os conteúdos de gibbsita os solos analisados não estão no extremo do intemperismo;
- As relações moleculares Kr e Ki na TFSA, permitiram enquadrar todos os perfis de solos no grupamento: caulíníficos-não sesquioxídicos.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BESOAIN, E. *Mineralogia de arcillas de suelos*. San José: IICA, 1985. 1216p.
- BOGNOLA, I.A.; MANGABEIRA, J.A. de C.; TOLEDO, M.A.; ZONTA, M.; YOSHII, C.; SOARES, A.F. Uso do software IDRISI para quantificação e ordenamento territorial segundo a capacidade de uso das terras no Município de Jaguariúna, SP. In: SIMPÓSIO DE USUÁRIOS IDRISI, 2., 1997, Campinas. **Resumos...** Campinas: UNICAMP-FEAGRI/FPE/Faculdade de Agronomia "Manoel Carlos Gonçalves", Embrapa-CNPTIA, UNICAMP-CEPAGRI, 1997. p.51-54.
- BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. **Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification**. London: Mineral Society, 1980. p.305-360.
- CORRÊA, G.F.; RESENDE, M. Perfis de cores de solos brasileiros, proposição de um modelo explicativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., Porto Alegre, RS., 1991. **Anais...** Porto Alegre: SBCS, 1991. p.272.
- CHAGAS, C.S. **Associação de Latossolo Variação Una e Latossolo Vermelho-Escuro: efeito diferencial da orientação dos estratos de rochas pelíticas pobres**. Lavras, MG: ESAL, 1994. 124P. (Tese M.S.).
- CHRISTOFOLETTI, A.; FEDERICI, H. **A terra campineira: análise do quadro natural**. Campinas: Mousinho, 1972. 100p.

- DURIEZ, M.A. de M.; JOHAS, R.A.L.; BARRETO, W. de O. **Método simplificado para determinação dos valores Ki e Kr na terra fina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1982. 10p. (Boletim de Pesquisa, 2).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análises de solo**. 2.ed.rev.atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- IG (São Paulo). **Diagnóstico do meio físico da média Bacia do Rio Piracicaba para fins de gestão ambiental**. São Paulo, 1996. 84p. mapas (Boletim, 13).
- IPT (São Paulo). **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. v.2. Esc.:1:500.000. (IPT. Monografia, 6).
- KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. The 5M NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. **Clays and Clay Minerals**, Lawrence, n.30, p.401-408, 1982.
- KÄMPF, N. O ferro no solo. In: REUNIÃO SOBRE FERRO EM SOLOS INUNDADOS, Goiânia, 1988. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1988, p.35-71.
- KER, J.C.; RESENDE, M. Caracterização química e mineralógica de solos brunos subtropicais do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.14, p.215-225, 1990.
- MACEDO, J.; BRYANT, R.B. Morphology, mineralogy, and genesis of a hydrosequence of oxisols in Brazil. **Soil Science Society of American Journal**, n.51, p.690-698, 1987.
- MOURA FILHO, G.; RESENDE, M.; CRUZ, C.D. ALOCA: Programa para estimativa de minerais do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos...** Viçosa, 1995. p.201-202.
- NORRISH, K.; TAYLOR, R.M. The isomorphous replacement of iron by aluminium in soil goethites. **Journal of Soil Science**, London, n.12, p.294-306, 1961.
- OLIVEIRA, J.B. de; MENK, J.R.F.; TREMOCOLDI, W. **Levantamento pedológico semidetalhado da Folha de Cosmópolis**. Campinas: IAC. (no prelo).
- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.F.; ROTTA, C.L. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 172p. (IBGE. Recursos Naturais e Meio Ambiente, 6).
- POMBO, L.C.A.; KLAMT, E.; KUNRATH, I.; GIANLUPPI, D. Identificação de óxidos de ferro na fração argila de Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.6, p.13-17, 1982.
- RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. West Lafayette: University Purdue, 1976. 237p. (Tese DS).
- SCHWERTMANN, U. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of southern and central Brazil. **Soil Science**, Baltimore, n.139, p.344-50, 1985.
- SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron Oxides. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (eds.) **Minerals in soil environments**. Madison: Soil Science Society of American, 1977. p.145-176.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).

