



ISSN 1414-4182
CIRCULAR TÉCNICA
Número 9
Nov. 1997

Mapeamento, Caracterização e Manejo dos Solos do Município de Jaguariúna, SP, com Auxílio de Geoprocessamento

*Itamar A. Bognolo
João A. de C. Mangabeira
José R. Miranda
Mauro A. P. do Toledo*

Embrapa

Embrapa

Monitoramento por Satélite

Biblioteca

AMT/508/PAIC/4187

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Campinas, SP



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro: Arlindo Porto Neto

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dantes Daniel Giacomelli Scolari
Elza Angela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

NÚCLEO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E DOS
RECURSOS NATURAIS POR SATÉLITE

Chefe Geral: José Roberto Miranda

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Ivo Pierozzi
Júnior

Chefe Adjunto Administrativo: Luís Gonzaga Alves de Souza

Supervisão de Pesquisa: Evaristo Eduardo de Miranda
Cristina de Oliveira Mattos

Mapeamento, Caracterização e Manejo dos Solos do Município de Jaguariúna, SP, com Auxílio de Geoprocessamento

Itamar A. Bognola

João A. de C. Mangabeira

José R. Miranda

Mauro A.P. de Toledo



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Núcleo de Monitoramento Ambiental e de
Recursos Naturais por Satélites
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Campinas, SP

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa

NÚCLEO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E DE RECURSOS NATURAIS POR SATÉLITE (NMA)

Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803

Parque São Quirino

Caixa Postal 491, CEP 13001-970

CEP 13088-300 Campinas, SP

Telefone: (019) 252-5977

Fax: (019) 254-1100

E-mail: postmaster@nma.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: Ivo Pierozzi Júnior.

Membros: Ana L. Filardi, Cristina de O.

Mattos, Itamar A. Bognola

Secretaria: Shirley Soares da Silva

Tiragem: 100 exemplares

BOGNOLA, I.A.; MANGABEIRA, J.A. de;
MIRANDA, J.R.; TOLEDO, M.A.P. de.
Mapeamento, caracterização e manejo dos solos do Município de Jaguariúna, SP, com auxílio de geoprocessamento. Campinas: Embrapa-NMA, 1997. 38p., il. (Embrapa-NMA. Circular Técnica, 4)

1. Solos - Levantamento - Brasil - Região Sudeste. 2. Solos - Manejo - Brasil - Região Sudeste.

COD: 631.47

APRESENTAÇÃO

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), através do Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite (NMA), tem como missão a geração, adaptação e difusão de conhecimentos tecnológicos para o desenvolvimento agroambiental no âmbito nacional.

Com uma área aproximada de 140 km² o Município de Jaguariúna apresenta, em alguns locais, condições de manejo inadequado dos solos, que atuam muitas vezes como um entrave ao desenvolvimento regional.

Com a finalidade de subsidiar políticas de planejamento espacial e decisões relativas à ordenação territorial e de desenvolvimento sustentado, a Embrapa-NMA, desenvolveu estudos que resultaram no Diagnóstico Ambiental do Município de Jaguariúna, SP.

Este trabalho é parte integrante da Pesquisa em Andamento sobre a "Caracterização do uso atual das terras, da agricultura e dos agricultores do Município de Jaguariúna, SP, com auxílio de geoprocessamento", que vem sendo executada pelos pesquisadores da Embrapa-NMA neste Município.

Pretendemos com esta *Circular Técnica* contribuir com o Ministério da Agricultura e do Abastecimento na aplicação dessas informações com o governo municipal e com os agricultores e agropecuaristas em geral, para o atingimento de melhores resultados técnicos e econômicos.

Dr. José Roberto Miranda

Chefe Geral

Embrapa Monitoramento por Satélite

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS PARCIAIS.....	10
4.1. Classes de Solos.....	11
4.1.1. Solos com horizonte B latossólico	11
Latossolos Vermelho-Amarelos	15
Latossolos Vermelho-Escuros	16
Latossolos Roxos.....	16
4.1.2. Solos com Horizonte B textural	16
Terra Roxa Estruturada	16
Podzólico Vermelho-Escuro	17
Podzólico Vermelho-Amarelo	18
4.1.3. Solos com Horizonte B incipiente.....	19
Cambissolos.....	19
4.1.4. Solos sem Horizonte B	20
Solos Litólicos	20
4.1.5. Solos Hidromórficos	21
Solos Glei Pouco-Húmicos.....	21
4.2. Manejo dos Solos.....	22
4.2.1. Solos com B latossólico.....	22
4.2.2. Solos com B textural.....	23
4.2.3. Solos Rasos.....	28
4.2.4. Solos Hidromórficos	35
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

MAPEAMENTO, CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA, SP, COM AUXÍLIO DE GEOPROCESSAMENTO

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 (Brollo, 1996).

Nesse contexto, o estudo dos componentes do meio físico (substrato rochoso, relevo, solo, clima etc.) 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.

Assim, a fixação e o bem estar do agricultor em uma determinada região estará condicionada ao clima, ao solo e à água nela existentes. Quanto ao solo, trata-se de um meio dinâmico, no qual os componentes reagem entre si e, ao mesmo tempo, recebem influências externas de diversos fatores naturais e da própria ação do homem. O conhecimento portanto, cada vez mais aprimorado dos solos através do mapeamento em classes homogêneas, sob os seus mais diversos aspectos, são elementos auxiliares de grande valia na previsão das condições de regime hídrico e de usos mais adequados deste recurso natural.

O mapeamento dos solos pode ser grandemente facilitado pela utilização de imagens de satélites, cujos dados por serem passíveis de geocodificação, podem ser integrados, relacionados e

especializados nos sistemas de informações geográficas (SIG). Reunindo a potencialidade do sensoriamento remoto para o monitoramento de diversos fenômenos com a capacidade dos SIGs de congregar dados dispersos e de formatos distintos, o geoprocessamento possibilita a formulação de um conjunto de técnicas e métodos eficazes para embasar a estruturação de sistemas de informação e de apoio a decisão na escala da administração municipal.

Este trabalho teve como objetivo identificar os solos, definidos de acordo com seus atributos (propriedades físicas, químicas etc.) que exprimem potenciais de ofertas e limitações ecológicas, correspondentes a cada área diferenciada, bem como integrar as informações, obtidas e expressas através da elaboração do mapa de solos do Município, em SIG, para servir de base à realização de diagnósticos ambientais e sócio-econômicos a nível municipal.

2. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

A presente pesquisa está sendo realizada no Município de Jaguariúna que localiza-se 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.

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

A geologia e os solos do município são bastante diversificados. A região está situada em pleno contato de duas zonas morfológicas: o Planalto Atlântico, na parte oriental e a Depressão Periférica (Bacia do Paraná) na parte ocidental. O município é caracterizado por variada gama de rochas metamórficas pertencentes às Suítes Graníticas Indiferenciadas do Pré-Cambriano e por unidades sedimentares de diversas idades, principalmente os arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcóseos, da Formação

Itararé - Grupo Tubarão. Ocorrem também alguns poucos testemunhos de *sills* de diabásio (IPT, 1981). Quanto aos tipos principais de solos que ocorrem no município, destacam-se: Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros com ou sem cascalhos; Latossolos Vermelho-Amarelos; Latossolos Vermelho-Escuros; Latossolo Roxo, não muito representativo, Solos Hidromórficos e Solos Litólicos (Oliveira et al., 1979; Oliveira et al., no prelo; Bognola et al., 1997).

O Município de Jaguariúna, quanto a 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, 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. Dispostos alvéolos descontínuos encontram-se pequenas bacias aluviais nos vales dos Rios Atibaia e Jaguari hoje em processo de erosão parcial. Enquanto, na parte da Depressão Periférica, o relevo é pouco movimentado, colinoso, de vertentes suaves e altitudes médias entre 550 e 700 m. A região é formada por terrenos sedimentares das era Paleozóica e/ou Mesozóica e *sills* de diabásio (Christofolletti & Federici, 1972).

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 3°C. Os meses chuvosos se estendem de outubro a abril, durante o qual 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

Esta pesquisa, até o presente momento, conta somente com o apoio logístico, operacional e financeiro da Embrapa-NMA. Sendo desenvolvido no Município de Jaguariúna - SP, este trabalho tem os seguintes objetivos metodológicos, cujos os resultados parciais encontram-se neste documento:

1 - Implementação de uma base de dados municipais sobre o Município de Jaguariúna, através do uso de imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento, para a entrada, manipulação e expressão dos documentos pré-existentes e para a atualização de temas específicos, visando sua expressão cartográfica;

2 - Identificar, caracterizar e avaliar os sistemas de produção do Município sobre conjuntos de propriedades com sistemas de produção diferenciado, na escala micro-regional;

3 - Consolidar uma metodologia de caracterização do uso atual das terras e dos principais sistemas de produção de Jaguariúna, bem como indicar a melhor capacidade de usos que a terras possam suportar e valorizar os recursos instrumentais oferecidos pelos Sistemas de Informações Geográficas em áreas de pequena agricultura em escala micro-regional.

Estes três itinerários metodológicos propostos estão baseados em duas estruturas georreferenciadas: SGI/INPE - versão 2.4 e IDRISI para Windows - Versão 2.0.

Dentro deste contexto, no presente trabalho procurou-se mapear e caracterizar os solos do Município de Jaguariúna, SP, com a finalidade de se estabelecer um planejamento agroambiental visando o uso e manejo sustentável de seus recursos naturais. Considerando a extensão do Município estudado (14.095,62 ha), a abordagem metodológica foi definida para gerar dados e produtos cartográficos em semidetalhe (escala 1:50.000). Assim, os dados foram levantados a partir de imagens Landsat/TM (no formato digital), fotografias aéreas de arquivos, cartas topográficas e levantamento pedológico semidetalhado dos solos do Município. Todas as informações foram digitalizadas e formaram um banco de dados no Sistema de Informações Geográficas (SGI-INPE).

4. RESULTADOS PARCIAIS

O mapa de solos foi gerado a partir das cartas pedológicas do Instituto Agronômico de Campinas (Oliveira et al., 1979; Oliveira et al. -no prelo-) e detalhado em trabalhos de mapeamentos no campo (Bognola et al., 1997) (Figura 1). Os solos foram classificados segundo a Legenda de classificação brasileira (ainda em desenvolvimento) proposta pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa e usada em levantamentos pedológicos no Brasil (Camargo et al., 1987).

Foram identificadas dez unidades taxonômicas distribuídas em sete unidades simples de mapeamento e em nove associações de solos.

As principais classes de ocorrência de solos no município de Jaguariúna, em nível categórico elevado, são os Podzólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros, seguidos pelos Solos hidromórficos (Tabela 1). Ainda, nesta Tabela 1, estão apresentadas, além das diferentes classes de solos encontradas no Município, as áreas e algumas de suas características predominantes.

4.1. Classes de Solos

As classes de solos deste levantamento foram estabelecidas segundo os critérios preconizados pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS-EMBRAPA.

4.1.1. Solos com horizonte B latossólico

São solos minerais profundos e muito profundos (normalmente superiores a 2 m), bem a excessivamente drenados, bastante porosos e permeáveis, com sequência de horizontes A-Bw-C pouco diferenciados. No horizonte B latossólico, os teores de argila permanecem constantes ao longo do perfil ou aumentam levemente sem, contudo, chegar a evidenciar um B textural. Apresentam estágio avançado de intemperização e processo intenso de lixiviação, virtualmente destituídos de minerais primários facilmente decomponíveis, formados por uma mistura, em que predominam argilo-minerais 1:1, óxidos de ferro e/ou alumínio, além de quartzo e outros minerais silicatados resistente ao intemperismo. Apresentam capacidade de troca de cátions (CTC) muito baixa (inferior a 13 cmol.kg^{-1} argila). Estes solos são desenvolvidos de material de

origem retrabalhado, resultando, normalmente, em solos quimicamente pobres. No entanto, os derivados de *sills* de diabásio, são ainda, muitas vezes férteis em condições naturais. As cores variam de vermelhas escuras a vermelhas amareladas, normalmente mais escuras no A, vivas no B e mais claras no C, quando expostos.



Figura 1. Mapa Pedológico Semidetalhado do Município de Jaguariúna, SP.

Características físicas e morfológicas - Possuem textura mais fina que areia franca, tendo como componentes granulométricos principais a argila e areia. A fração argila varia de 15 a 80% (Embrapa, 1984), enquanto que o silte apresenta-se relativamente constante, situando-se entre 10 e 20%. O grau de flocculação encontra-se relativamente constante no horizonte B, situando-se em torno de 100%, indicando a ausência de argila dispersa em água, dificultando a iluviação de argilas em quantidade significativa. As estruturas dominantes são em forma de blocos subangulares fracamente desenvolvida e, ou, em forma muito pequena granular,

com a massa do solo tendo aspecto de maciça porosa. São solos pouco suscetíveis aos processos erosivos.

A avaliação da disponibilidade de água, indica que cerca de 70% da água disponível nesses solos, são removidas entre as tensões de 0,01 a 0,1 Mpa, independente da cor ou textura (Embrapa, 1984). Tal fato pode ser explicado pela presença de estrutura muito pequena granular nos solos argilosos, que lhes confere comportamento semelhante aos de textura média.

Tabela 1. Área calculada^{1/}, distribuição (%) e principais características morfológicas, físicas e químicas das classes de solos descritas no Município de Jaguariúna, SP

Classe de Solo	Área Calculada (ha)	Distrib. (%)	Fertil. Natural	Textura Predom.	Caract. Acessórias
LV	2.734,68	19,41	Distrófico ou Álico	média e argilosa	-
LE	1.783,98	12,66	Distrófico	argilosa	-
LR	43,06	0,31	Distrófico	muito argil. e argilosa	-
PV	3.626,59	25,73	Distr. Álico; Eutr.	média/arg; aren/média	abruptos ou não; fase pedregosa cascalhenta
PE	1.804,21	12,78	Eutrófico, Distrófico	média/argilosa,	-
TR	163,81	1,16	Eutr. ou Distr.;	argilosa ou muito argilosa	com cascalho; fase rasa
C	325,20	2,31	Álico, Distr.; Eutr.	média ou argilosa	fase rochosa; cascalhenta
R	834,90	5,92	Álicos, Distróf. Ou Eutróficos	média ou indisc.	fase pedregosa e concrec.
HG	2.495,17	17,70	Distróf. ou Eutróficos	argilosa ou indiscrim.	-
Rios	284,02	2,02	-	-	-
TOTAL	14.095,62	100,00	-	-	-

1/ Quantificação feita através do programa IDRISI para Windows 2.0.

Características químicas e mineralógicas - Os Latossolos distróficos/állicos ácidos e com valores baixos de capacidade de troca de cátions (CTC) representam mais de 90% da classe.

Nos Latossolos os teores de carbono orgânico diminuem drasticamente da camada superficial para a subsuperficial. A matéria orgânica além de ser fonte de nutrientes, aumenta a capacidade de retenção de água, melhora as condições físicas do solo e é responsável, em grande parte, pela capacidade de troca de cátions.

Na maioria dos Latossolos, os valores de soma de bases (SB), são muito baixos, inferiores a $3,5 \text{ cmol.kg}^{-1}$ de solo, com valores mais elevados nos horizontes superficiais, pelas considerações feitas anteriormente, com exceção dos desenvolvidos de rochas básicas (*sills* de diabásio), em que os valores são mais elevados. O cálcio é o cátion de maior contribuição para o total das bases e a menor o Na. A CTC nos Latossolos argilosos varia, normalmente, de 2 a 12 cmol.kg^{-1} de solo, com valores mais elevados no horizonte A, enquanto que nos solos desenvolvidos de rochas básicas podem ser mais altos. A percentagem de saturação por bases (V%) e a saturação com alumínio superior a 50%, o que caracteriza solos distróficos/állicos. Já os desenvolvidos à partir de rochas básicas, Latossolo Roxo, normalmente são eutróficos (V > 50%) ou distróficos.

Os teores de fósforo disponíveis são extremamente baixos, situando-se em termos de 1 mg.dm^{-3} quando comparados com o nível crítico de 12 mg.dm^{-3} para solos argilosos (Embrapa, 1984).

A composição mineralógica da fração argila, consiste, principalmente, de caulinita, óxidos de ferro, quartzo, gibbsita e mica (Möller, 1982).

Na distinção dos Latossolos têm sido utilizados os teores de ferro total (Bennema & Camargo, 1964). Entretanto, estudos mais recentes (Weaver, 1974; Volkoff, 1978; Souza, 1979) têm demonstrado que os diferentes Latossolos, estão mais relacionados com o tipo de óxido de ferro presente do que com a quantidade destes. Os Latossolos Roxos, na área do Município - derivados de Diques de Diabásio -, possuem apenas hematita, enquanto nos Latossolos Vermelho-Escuros, na área derivados de granito e/ou argilito, ocorrem a hematita e goethita. Há um predomínio da goethita e tendência de seu incremento, quanto mais amarelada a cor

do solo. Esta diferenciação em tipos de óxidos de ferro está relacionada com a distribuição dos solos na paisagem, condicionantes do regime hídrico e movimento de água no perfil do solo.

A seguir são feitos comentários sobre os principais Latossolos que ocorrem na área do presente estudo:

Latossolos Vermelho-Amarelos

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocupam uma área de 2.734,68 ha, representando 19,41% da área total do Município de Jaguariúna.

São solos minerais não hidromórficos, muito profundos, com horizonte B latossólico, de textura média a argilosa, ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio, com cores vermelho e vermelho-amarelada. Apresentam seqüência de horizonte A, Bw e C, muito porosos, permeáveis e fortemente e acentuadamente drenados.

Quanto à saturação por bases (V%), normalmente são álicos a distróficos, o que expressa intensa lixiviação. Ocorrem predominantemente em áreas com relevo suave ondulado a praticamente plano, situados normalmente no topo dos interflúvios. Apresentam cor vermelha-amarelada homogênea em todo o perfil só que com tonalidades ligeiramente mais amareladas que no Latossolo Vermelho-Escuro. Possuem horizonte A moderado na maioria da área, com teores de carbono oscilando entre 1,5 e 2,0 % e espessura variando entre 15 e 35 cm, sendo que 25 cm é a mais freqüente.

A transição para o horizonte Bw é gradual e plana, e sua cor é vermelha-amarelada, centrada no matiz Munsell de 4YR, 5YR ou 7,5 YR.

São solos que apresentam um bom potencial para o uso agrícola, uma vez que são profundos, porosos, muito bem drenados, sem impedimentos à mecanização e pouco susceptíveis à erosão, se manejados adequadamente. Em geral, não apresentam indícios de erosão intensa, embora tenham sido identificados, em alguns locais, horizonte A pouco espesso (15 a 25 cm).

Latossolos Vermelho-Escuros

Os Latossolos Vermelho-Escuros ocupam uma área de 2.734,68 ha, representando 19,41% da área total do Município de Jaguariúna.

Estes solos apresentam, além das características definidoras da classe de Latossolo, cores com matiz mais vermelho que 4 YR e valor igual ou inferior a 4, teores de ferro total nos solos argilosos superiores a 8% e inferiores a 18% e relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 inferior a 3,14 nos solos de textura média (Bennema & Camargo, 1964).

A cor dos Latossolos Vermelho-Escuros pode ser idêntica à dos Latossolos Roxos, dificultando bastante a identificação no campo, já que podem ocorrer em condições fisiográficas semelhantes. Nesses casos, o uso do ímã pode auxiliar a identificação, pois a menor quantidade de magnetita existente nos Latossolos Vermelho-Escuros se reflete na menor quantidade de material que se lhe adere (Oliveira et al., 1982).

Latossolos Roxos

São originários de materiais provenientes do intemperismo de rochas básicas, constituídos, nesse Município, por diques de diabásio, apresentando, em decorrência, além das características de Latossolo, elevados teores de hematita e cores mais vermelhas que 3,5 YR com relação valor/croma igual ou inferior a 3,5/5 quando a drenagem não sofre limitações. Na área do presente estudo, esta classe de solo não é muito expressiva, ocupando somente 43,06 há, ou seja, apenas 0,31% da área total do Município.

4.1.2. Solos com Horizonte B textural

Terra Roxa Estruturada

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade baixa, de coloração vermelha escura a arroxeada nos matizes 2,5YR a 10 R, teores elevados de Fe_2O_3 ($> 15 \text{ dag.kg}^{-1}$) e TiO_2 ($> 1,5 \text{ dag.kg}^{-1}$), baixo

gradiente textural e forte atração das partículas pelo ímã. A estrutura é moderada a fortemente desenvolvida, com presença de cerosidade moderada a forte no Bt, as vezes, ocorrendo a partir da base do horizonte A. Ocorrem também sobre diques de diabásio.

Características físicas e morfológicas - São solos profundos, bem drenados, de textura argilosa e muito argilosa, com incrementos de argila no horizonte Bt. A estrutura é moderada a forte, pequena e média em blocos subangulares, podendo ocorrer também estrutura prismática no Bt. Todos os horizontes subsuperficiais apresentam cerosidade.

Características químicas e mineralógicas - São solos em sua maioria eutróficos, de boa fertilidade natural. O pH varia de fortemente a moderadamente ácido e os teores de matéria orgânica são médios nos horizontes superficiais, com possível influência na CTC. A soma de bases (SB) é mais elevada nos horizontes superficiais e a saturação por bases (V%), normalmente superior a 35%, o que caracteriza a existência de solos eutróficos e distróficos dentro dessa classe. Na fração argila predomina caulinita, quartzo, gibbsita, mica e óxidos de ferro.

Na área estudada apresentou apenas uma unidade de mapeamento, ocupando 1,16% (163,81 ha) da área total do Município.

Podzólico Vermelho-Escuro

Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural não plíntico, com argila de atividade baixa, com perfis bem desenvolvidos, bem a moderadamente drenados, apresentando uma sequência de horizontes A-Bt-C com, normalmente, diferenciação de textura, estrutura e cores. São solos de coloração vermelha escura, centrada no matiz 2,5YR, teores baixos de Fe_2O_3 ($< 15 \text{ dag.kg}^{-1}$) e TiO_2 ($< 1,7 \text{ dag.kg}^{-1}$), e baixa atração das partículas pelo ímã.

Características físicas e morfológicas - São solos profundos a pouco profundos, de textura média/argilosa, com incrementos de argila no horizonte Bt. A estrutura é moderada a forte, pequena e

média em blocos subangulares, com presença de cerosidade. Podem ser facilmente erodíveis, quando em relevos movimentados.

Características químicas e mineralógicas - São solos em sua maioria eutróficos, de boa fertilidade natural. O pH varia de fortemente a moderadamente ácido e os teores de matéria orgânica são médios a altos nos horizontes superficiais, com influência na CTC. A soma de bases (SB) é mais elevada nos horizontes superficiais e a saturação por bases (V%), normalmente superior a 50%, o que caracteriza a existência de solos eutróficos, principalmente, e distróficos dentro dessa classe.

Na área são desenvolvidos à partir de rochas graníticas, dispendo portanto, de boa reserva de nutrientes para as plantas, visto que ainda não foram totalmente intemperizados. Na fração argila predomina caulinita.

Em termos de expressão geográfica, ocorrem em 12,78%, ou seja, 1.804,21 ha da área total do Município de Jaguariuna.

Podzólico Vermelho-Amarelo

Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural não plintico, com individualização distinta de horizontes, decorrente de acentuada diferença de textura, cor e estrutura, tendo sequência de horizontes A (A₁, E, AB), Bt e C normalmente com transições claras ou abruptas do A para o Bt. São bem a moderadamente drenados e com argila de atividade baixa. São solos de coloração vermelho-amarelada a bruno forte no Bt, centrada nos matizes 5,0 YR - 7,5YR, teores baixos de Fe₂O₃ (< 15 dag.kg⁻¹) e TiO₂ (< 1,7 dag.kg⁻¹), e baixa atração das partículas pelo ímã (Oliveira et al., 1982).

Características físicas e morfológicas - São solos profundos a pouco profundos, de textura média/argilosa, com incrementos de argila no horizonte Bt. A estrutura é moderada a forte, pequena e média em blocos subangulares, com presença de cerosidade. Podem ser facilmente erodíveis, quando em relevos movimentados.

Características químicas e mineralógicas - São solos em sua maioria distróficos ou álicos, de boa fertilidade natural. O pH varia de

fortemente a moderadamente ácido e os teores de matéria orgânica são médios a altos nos horizontes superficiais, com influência na CTC. A soma de bases (SB) é mais elevada nos horizontes superficiais e a saturação por bases (V%), normalmente inferior a 50%, o que caracteriza a existência de solos distróficos, principalmente, e álicos dentro dessa classe.

Na área são desenvolvidos principalmente à partir de rochas graníticas e/ou de arenitos. Na fração argila também predomina a caulinita.

Em termos de expressão geográfica, é a principal classe de solo. Ocorrem em 25,73%, ou seja, 3.626,59 ha da área total do Município de Jaguariúna.

4.1.3. Solos com Horizonte B incipiente

Cambissolos

Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente ou câmbico, não plântico, subjacente a um horizonte A; teores de silte e argila superiores a 20%, normalmente, na composição granulométrica; ausência de cerosidade na estrutura dos solos e presença de minerais primários menos resistentes ao intemperismo (> 4%). Os Cambissolos apresentam estágio intermediário de formação se comparados com os solos com horizonte B textural ou latossólico. São solos rasos a profundos, possuindo sequência de horizontes A-Bi-C, com diferenciação de horizontes variável.

Características físicas e morfológicas - A textura varia desde franco arenosa até argilosa, com teores de silte, no geral, elevados. A distribuição de argila ao longo do perfil pode acusar um decréscimo ou um ligeiro incremento insuficiente para caracterizar um B textural. As cores mais frequentes são amarelas e brunadas nos matizes 4YR A 6YR. A estrutura é bastante variável, predominando blocos subangulares, fraca a moderadamente desenvolvida. Alguns perfis são cascalhentos ou concrecionários.

Características químicas e mineralógicas - Possuem propriedades químicas bastante variáveis, praticamente dependentes da natureza do material originário.

Em termos de expressão geográfica, ocorrem em 2,31%, ou seja, 325,20 ha da área total do Município de Jaguariúna.

4.1.4. Solos sem Horizonte B

Solos Litólicos

São solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, rasos (< 50 cm profundidade), com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C de pequena espessura ou mesmo num B_i exíguo. A sequência de horizontes desses solos pode ser A-C ou A-C-R. São solos com características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas bastante heterogêneas, variáveis em função do material de origem. Usualmente apresentam em sua composição mineralógica teores elevados de minerais primários menos resistentes ao intemperismo e de fragmentos de rochas semi-intemperizadas de diversos tamanhos na massa do solo.

Características físicas e morfológicas - São solos de textura bastante variável, podendo ser encontrados os de textura arenosa, média e argilosa. Os perfis são rasos, às vezes muito pedregosos e bastante permeáveis. As cores são escuras no horizonte A e variadas no C. A estrutura predominante é a de blocos subangulares.

Características químicas e mineralógicas - Devido a variabilidade nas propriedades, pode ser encontrados solos com teores baixos, médios e altos de soma de bases, saturação por bases, capacidade de troca de cátions e saturação com alumínio. Os Solos Litólicos distróficos ou álicos extremamente ácidos, apresentam baixa reserva de nutrientes e alta saturação com alumínio trocável. Enquanto que os eutróficos apresentam boa disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Em termos de expressão geográfica, ocorrem em 5,92%, ou seja, 834,90 ha da área total do Município de Jaguariúna.

4.1.5. Solos Hidromórficos

Solos Gleii Pouco-Húmicos

Solos minerais, hidromórficos, mal ou muito mal drenados formados sob influência do lençol freático, na superfície ou próximo dela durante todo o ano ou a maior parte deste.

Caracterizam-se pela presença do horizonte glei dentro dos 50 cm superficiais, o qual, devido ao excesso de água, é formado em meio anaeróbico e relaciona-se com os processos de redução. Estes processos de gleização correspondentes a redução do ferro principalmente, conferem a este horizonte a coloração acinzentada, a qual pode ou não apresentar mosqueados, conforme a intensidade do processo. O horizonte glei pode conter mais argila que o horizonte A porém este incremento, entre outras características, não é suficiente para caracterizar um horizonte B textural.

Apresentam seqüência de horizontes A e Cg. Este solo apresenta horizonte A do tipo moderado, com coloração mais clara e menor teor de matéria orgânica, comparativamente aos Gleis Húmicos.

Ocorrem em locais abaciados isolados ou próximos aos cursos de água (planos aluviais) onde os fenômenos de hidromorfia são bem manifestos. O relevo é plano e praticamente plano na quase totalidade das situações. Dependendo das características fisiográficas do relevo onde ocorrem, podem aparecer em áreas amplas e contíguas ou ser restritas a pequenas áreas rebaixadas e levemente côncavas, que recebem grande contribuição de água das pendentes adjacentes.

Originam-se de materiais provenientes de sedimentos recentes do Holoceno de composição diversa, que foram depositados nos referidos locais. Por esta razão suas características físicas e químicas, como fertilidade e textura por exemplo, são bastante variáveis sendo as texturas médias e argilosas as mais freqüentes.

De uma maneira geral, apresentam bom potencial para serem incorporados ao processo produtivo com culturas irrigadas, principalmente quando a textura é argilosa.

Esta classe de solo tem significativa expressão geográfica na área, com 17,70%, ou seja, 2.495,17 ha da área total do Município. Foi identificada apenas uma unidade de mapeamento, na qual esta classe de solo está normalmente associada às classes de Cambissolos gleicos e Podzólicos Vermelho-Amarelos gleicos ou não.

4.2. Manejo dos Solos

4.2.1. Solos com B latossólico

Os solos com B latossólico (Bw) normalmente são os solos com menores problemas do ponto de vista de manejo, por apresentarem perfis bastante profundos, sem pedregosidade, sem gradiente ou descontinuidade do padrão textural, o que favorecido pelas classes de relevo suaves que ocorrem, são menos sujeitos aos fenômenos erosivos.

Na área, os solos que apresentam horizonte Bw, são os casos da classe dos Latossolos Roxos (LR), os Latossolos Vermelho-Amarelos (LV) e os da classe dos Latossolos Vermelho-Escuros (LE).

a. fertilidade natural

Limitações ligeiras a moderada ocorrem nos perfis eutróficos devido aos baixos teores de P e médios de Ca^{+2} , Mg^{+2} e valores médios de pH, enquanto nos perfis distróficos ou álicos as limitações acima são mais acentuadas e acrescidas da ocorrência de teores médios de Al^{+3} e menores CTC.

b. deficiência de água

Ligeira a moderada. Acentuada drenagem e a limitação química muitas vezes, podem restringir o desenvolvimento de raízes à camada arável, o que tendem a acentuar a deficiência hídrica.

c. excesso de água

Nula. A boa porosidade, distribuição do tamanho de poros e drenagem propiciam boa aeração, exceto quando da presença de camadas compactadas (pé-de-grade ou pé-de-arado).

d. suscetibilidade à erosão

Moderada. A predominância de estrutura granular, o fraco grau de desenvolvimento da estrutura em blocos subangulares e o relevo ondulado são as características que mais expõem estes solos à erosão. Os baixos teores de MO e quando apresentam altos teores de argila (> 40%) conferem alta plasticidade a estas unidades de solos, o que implica alta suscetibilidade à formação de camadas compactadas, expondo-os à erosão. Nestas condições, a adição de materiais orgânicos torna-se indispensável.

e. impedimentos à mecanização

Ligeira. A boa profundidade e a ausência de pedregosidade possibilitam boa mecanização em glebas com relevo suave ondulado e pendentes longas. No entanto, o relevo ondulado de pendentes curtas e a ocorrência de pequenas glebas, geralmente em associação com Cambissolos, reduzem ligeiramente o rendimento das máquinas.

f. opções de usos

São as classes de solos que melhor apresentam potencial de utilização. Portanto, são os solos que melhor se adaptam para culturas anuais.

4.2.2. Solos com B textural

Os solos com B textural (Bt) normalmente são solos problemáticos do ponto de vista de manejo, por apresentarem no perfil, descontinuidade do padrão textural, o que afeta diretamente as características que governam a redistribuição interna da água no solo. Como fator agravante, estes solos ocorrem em classes de relevo que favorecem o deflúvio, portanto mais sujeitos aos fenômenos erosivos.

Os solos com horizonte Bt, mas com horizonte A argiloso, como são os casos da Terra Roxa Estruturada e de algumas unidades do Podzólico Vermelho-Escuro, não apresentam problemas sérios de manejo devido ao pequeno gradiente textural. Este, apesar de presente, impõe menores modificações ao movimento da água no perfil que nos solos com sequência de horizonte A arenoso sobre B argiloso.

Terra Roxa Estruturada

a. fertilidade natural

Limitações ligeiras a moderada ocorrem nos perfis eutróficos devido aos baixos teores de P e médios de Ca^{+2} , Mg^{+2} e valores médios de pH, enquanto nos perfis distróficos as limitações acima são mais acentuadas e acrescidas da ocorrência de teores médios de Al^{+3} e menores CTC.

b. deficiência de água

Nula a ligeira. Apresentam boa capacidade de infiltração e retenção de água. Em perfis distróficos a presença de Al^{+3} em nível tóxico pode contribuir para agravar as conseqüências da deficiência hídrica, pois limita o desenvolvimento de raízes à camada calcariada.

c. excesso de água

Ligeira. Embora porosos e drenados, a presença de gradiente textural pode propiciar ligeira deficiência de ar.

d. suscetibilidade à erosão

Moderada a forte. A erosão é propiciada principalmente pelo relevo ondulado, e em alguns casos forte ondulado e pela presença de gradiente textural. Quanto menor a espessura do horizonte A (via de regra parcialmente decapitado pelo mau manejo) e maior o gradiente textural, maior será a suscetibilidade à erosão.

e. impedimentos à mecanização

Ligeira a forte. O grau das limitações à mecanização é muito variado nestes solos, dependendo do relevo, da presença de pedregosidade (quando ocorre) e da ocorrência mais ou menos pulverizada em pequenas glebas, em meio a solos não mecanizáveis.

f. opções de usos

Opção 1: Culturas Perenes

As unidades de Terra Roxa Estruturada apresentam bom potencial de utilização com culturas perenes. Tanto que, considerável parte do parque cafeeiro do Estado do Paraná e São Paulo desenvolveu-se sobre estas unidades de solo. No entanto, nesta região a melhor opção de uso, pelas condições climáticas, seria a fruticultura. Vale ressaltar que as considerações sobre fruticultura, no tocante aos problemas de comercialização, são também válidas aqui, assim como para todas as unidades de solo onde esta atividade for uma opção do ponto de vista técnico.

Porém, para que a utilização das unidades de Terra Roxa Estruturada com culturas perenes seja produtiva e duradoura, é necessário que o manejo dado a estas culturas seja compatível com as limitações que o solo apresenta em termos de disponibilidade de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

Opção 2: Culturas Anuais

Com o uso de técnicas de controle à erosão que não requerem altos investimentos e com adequação do sistema de preparo de solo e rotação de culturas, o cultivo de espécies anuais nestas unidades de solos pode ser uma atividade viável, porém, de alto risco de erosão. Devido à proximidade com solos mais rasos, as limitações apresentadas pelas Terras Roxas Estruturadas podem ser agravadas, considerando-se que os solos mais rasos apresentam limitações maiores que os perfis mais profundos e os dois ocorrendo em associação de solos, fatalmente teriam que ser avaliados no conjunto, principalmente sob os aspectos de erosão e mecanização. Quando próximos a solos de maior aptidão, as limitações do conjunto tendem a diminuir.

Podzólico Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo

a. fertilidade natural

Nas unidades de Podzólico Vermelho-Escuro (PE) predomina o caráter eutrófico, portanto com razoável quantidade de nutrientes. Já os Podzólicos Vermelho-Amarelos (PV) predominam os caracteres álico e distrófico, perfazendo um total aproximado de 70% da área ocupada pela classe. Este fato antevê limitações em graus elevados pois, associados ao relevo em que ocorrem, torna difícil um manejo adequado da fertilidade tais como, a aplicação e a incorporação de calcário, adubações, etc. O caráter álico está presente principalmente nas unidades que ocorrem nas regiões de ocorrência do arenito.

b. deficiência de água

As unidades de PV que mais apresentam riscos para as culturas em termos de deficiência hídrica são aquelas com textura arenosa no horizonte A. Isto em função das próprias características do solo arenoso, que possui baixa capacidade de armazenamento de água, e da espessura do horizonte A. Os solos com A arenoso e espesso, sobretudo, para culturas que possuem pequena profundar

mais superficial, como é o caso das gramíneas anuais, oferecem riscos maiores de perda por déficit hídrico. Nestes solos, as culturas que apresentassem raízes capazes de desenvolverem-se no horizonte Bt mais argiloso, ofereceriam também menores riscos ao produtor (Vieira, 1987).

c. excesso de água

Os Podzólicos são geralmente solos bem drenados podendo até ser acentuadamente drenados nas unidades mais arenosas. Portanto, problemas por excesso de água não caracterizam limitação. Exceções podem ocorrer nos casos onde o Podzólico Vermelho-Amarelo, associado a unidades com variação para solos gleizados (manchas de PV gleicos - no terço inferior de encosta), poderia apresentar em períodos mais chuvosos, manchas localizadas com perfis mais úmidos.

d. suscetibilidade à erosão

Neste fator de limitação residem os maiores problemas ao uso das unidades de PE e PV. As classes de relevo em que normalmente ocorrem, por si só já favorecem o processo erosivo, principalmente quando se deixa o solo exposto por longos períodos de tempo, após preparo primário dos mesmos. Somados aos efeitos do horizonte A mais arenoso, e do gradiente textural, tornam estes solos, sobretudo as unidades que apresentam todos estes fatores conjugados, mais as classes de solos álicas ou distróficas muito suscetíveis à erosão.

e. impedimentos à mecanização

Os graus de impedimento à mecanização nas unidades de PE e PV são muito variáveis de uma situação a outra. Esta variação depende fundamentalmente da classe de relevo de ocorrência da unidade.

f. opções de usos

A grande variabilidade de características entre as unidades de PE e PV dá a estas classes de solos diferentes níveis de possibilidades e limitações:

Opção 1: Reflorestamento

O reflorestamento pode ser considerado como uma opção de uso tecnicamente eficiente nos casos de unidades de Podzólico Vermelho-Amarelo (PV) que apresentam mais fatores limitantes em graus mais elevados. Como já foi relatado, essas limitações

preendem-se principalmente a relevo, suscetibilidade à erosão, impedimentos à mecanização e, por conseguinte, dificuldade para se corrigir adequadamente a fertilidade.

Novamente aqui, o reflorestamento como opção sócio/econômica deixa a desejar no caso das unidades de PV, uma vez que, sobre estas unidades de solo também predominam as pequenas propriedades, cujo tamanho não permite ao agricultor um planejamento adequado da gleba, onde o reflorestamento possa ser uma opção de uso financeiramente eficiente. É óbvio que os pontos críticos podem e devem ser reflorestados, dando-se preferência, no caso dos pequenos produtores, ao uso de plantas frutíferas, melíferas, forrageiras, e produtoras de madeira, preferencialmente, de crescimento rápido.

Opção 2: Pastagem

Nas unidades de solos PV, por apresentarem horizonte A arenoso, há maior déficit hídrico no período de inverno, o que pode resultar em redução da capacidade de suporte. Devido a isso, é necessário que os animais recebam suplementação neste período para que seja aumentada a eficiência técnica/econômica do empreendimento.

Opção 3: Culturas Perenes

Estas culturas normalmente desenvolvem-se bem nestes solos, sobretudo nos eutróficos (PE). O sistema radicular das plantas perenes normalmente é capaz de desenvolver-se nos horizontes mais argilosos dos solos das classes PV e PE. Esses horizontes podem armazenar mais água e adsorver mais nutrientes para as plantas.

No entanto, devido à alta suscetibilidade à erosão que estes solos apresentam, as culturas perenes, para apresentarem boas produtividades e sobretudo uma longevidade maior, necessitam que, ambos, solo e cultura, sejam muito bem manejados.

Opção 4: Culturas Anuais

Culturas anuais, principalmente as de ciclo curto, como as hortaliças, se dão muito bem nas unidades de solos eutróficas.

Mesmo assim, requerem o emprego de práticas intensivas de conservação de solos para um controle da erosão que nem sempre chega a ser suficiente. O uso de técnicas de cultivo com menor movimentação do solo é desejável.

4.2.3. Solos Rasos

Solos Litólicos

Apesar da pequena área de ocorrência, posição em que ocorrem na topossequência, associação a outras unidades e, grande número de limitações que apresentam em graus elevados, os Solos Litólicos têm um papel importante nos planejamentos de uso e conservação de solo.

a. deficiência de fertilidade

Entre as diversas unidades de Solos Litólicos há uma variação bastante grande em termos de fertilidade, principalmente em função da rocha matriz. Nas unidades de Solos Litólicos que ocorrem sob influência dos arenitos do Subgrupo Itararé (Instituto Geológico, 1996), predominam os caracteres distrófico e álico, caracterizando solos com baixa saturação por bases no complexo de troca e médios ou elevados teores de alumínio. As deficiências de fertilidade, portanto, são evidentes. Nos derivados de diabásio (pequena expressão) e granitos-gnáissicos ocorrem os Solos Litólicos eutróficos.

b. deficiência de água

Os Solos Litólicos, pela sua pequena profundidade e por grande parte do volume do solo ser ocupado por material inerte (cascalho, calhaus, matacões) apresentam baixa capacidade de armazenamento de água, sendo esta uma limitação para seu uso agrícola, fazendo da atividade rural neles assentada um empreendimento de alto risco, sobretudo nas épocas de clima mais quente, com estação chuvosa não raramente entremeada por veranicos e uma estação seca mais definida.

Além do aspecto de baixa capacidade de armazenamento de água, esses solos apresentam limitações ao crescimento radicular das culturas, agravando os problemas de disponibilidade de água. Sob este aspecto pode-se separar os Solos Litólicos em pelo menos duas fases bem distintas: os perfis com contato lítico, isto é, um

perfil com sequência de horizontes A, R ou A, C, R, porém com um horizonte C pouco espesso e pouco intemperizado, aparecendo logo abaixo da superfície a rocha matriz não alterada. Neste caso as limitações ao crescimento das raízes são maiores que nos Solos Litólicos em que o perfil possui sequência de horizontes A, C, R, com horizonte C espesso e bastante intemperizado.

c. excesso de água

Apesar de ocuparem as partes da paisagem onde o deflúvio é grande, nos períodos muito chuvosos, pela presença da rocha a pequena profundidade, freqüentemente nas partes mais baixas do relevo onde ocorrem os Solos Litólicos associados a outras unidades como Cambissolo e Afloramentos de rochas, podem aparecer temporariamente manchas de solo úmido, com evidências de oxirredução e em muitos casos surgir nascentes que permanecem durante todo o período chuvoso para desaparecerem nos períodos secos.

d. suscetibilidade à erosão

Em função das classes de relevo forte ondulado e montanhoso em que ocorrem e em função da profundidade do perfil, a maioria das unidades de Solos Litólicos são muito suscetíveis à erosão, sobretudo, quando cultivados com culturas anuais. A erosão nesses solos é particularmente importante, pois perdas relativamente pequenas podem representar muito considerando-se a espessura do perfil. Além da erosão *in loco*, os Solos Litólicos são geradores de erosão em outras unidades de solo mais profundas que ocorrem associadas a eles.

e. impedimentos à mecanização

Os Solos Litólicos, pelos aspectos de relevo, profundidade do perfil e pedregosidade são solos inaptos à motomecanização. Nos casos mais drásticos, onde a pedregosidade é abundante e existem afloramentos rochosos, a mecanização possível restringe-se à enxada manual e à matraca (saraquá). Salienta-se que apesar da possibilidade de alguns implementos de tração animal serem utilizados em Solos Litólicos, o trabalho nestes solos é bastante penoso e de baixo rendimento.

f. opções de usos

Estes solos, pela diversidade e graus de limitação que apresentam, apesar da pequena extensão geográfica em que

ocorrem, são os mais problemáticos e ao mesmo tempo, os mais importantes sob o aspecto sócio-econômico:

Opção 1: Preservação Permanente de Flora e Fauna

Esta seria a melhor opção para muitas áreas de Solos Litólicos, sobretudo aquelas que apresentam graus elevados de deficiência por fertilidade e ocorrem em relevo montanhoso, extremamente difícil ao uso, mesmo com atividades pouco intensivas como reflorestamento e pastagem. As unidades de Solos Litólicos que apresentam estas duas limitações nos graus relatados não permitem ao produtor produções que o tirem de condições sub-humanas de vida, nem que trabalhe no sentido de incorporar calcário ou mesmo adubos minerais ou orgânicos em níveis que propiciem produtividades mais elevadas.

Opção 2: Reflorestamento

Nos Solos Litólicos com fertilidade extremamente baixa, normalmente álicos, o plantio de espécies sensíveis ao alumínio poderá acarretar um mau desenvolvimento radicular em profundidade.

Outro ponto a considerar é a profundidade do perfil. Solos Litólicos com perfis muito rasos e um contato direto do solo sobre a rocha são mais problemáticos para o reflorestamento do que aqueles que apresentam perfis onde a rocha está num estágio avançado de alteração, permitindo maior crescimento radicular em profundidade. Quando os perfis apresentam contato lítico, o reflorestamento, se plantado na forma de quebra-ventos ou em áreas muito expostas, poderá apresentar tombamento de árvores, sobretudo as de porte elevado.

Uma boa opção econômica para estes solos é o cultivo de espécies como a Leucena e o Guandu para produção de forragem nas propriedades diversificadas.

Principalmente para o pequeno agricultor, uma opção que pode participar com uma parcela substancial na diversificação de renda da propriedade, é a produção de mel. O cultivo de árvores e arbustos melíferos nas unidades de Solos Litólicos, é mais uma opção de renda que o reflorestamento pode oferecer.

Opção 3: Pastagem

A opção de se cultivar espécies forrageiras em Solos Litólicos requer algumas considerações muito importantes para que a pastagem possa ser produtiva e, ao mesmo tempo, conserve solo e água.

O efeito positivo que a pastagem apresenta em termos de controle a erosão está relacionado a dois aspectos fundamentais: o grau de cobertura do solo e o grau de revolvimento na sua implantação. A pastagem só é realmente efetiva no controle à erosão quando o grau de cobertura for satisfatório e o revolvimento do solo na sua implantação for bastante reduzido (Vieira, 1987).

Por outro lado, as pastagens cultivadas sobre os Solos Litólicos onde as deficiências hídricas no período mais seco do ano são mais freqüentes, têm a carga animal limitada à disponibilidade de forragem nesse período. O emprego de técnicas de produção e armazenamento de forragem como fenação e silagem, possibilitaria o aumento da carga animal nas propriedades rurais.

Nessa região onde as geadas severas no inverno são freqüentes, as pastagens também apresentam baixa capacidade de suporte. Da mesma forma que nas regiões de ocorrência de deficiência hídrica severa, uso de técnicas de armazenamento de forragens é importante.

Cambissolos

Os Cambissolos são encontrados em pequenas extensões na área, sobretudo ocorrem na área de influência de granitos gnáissicos. Algumas unidades de Cambissolos apresentam perfis mais profundos que 100 cm, sendo que, às vezes, atingem até 150 cm. Porém, devido ao grande percentual da fração silte na composição granulométrica e dada a sua ocorrência na paisagem, geralmente em relevo ondulado e forte ondulado e, não raramente, estarem associados a solos de perfis mais rasos como os Litólicos, apresentam uma problemática semelhante, possibilitando assim o agrupamento neste item. As mesmas considerações do ponto de vista social e econômico feitas para os Solos Litólicos são válidas neste caso, apenas com a ressalva de que em linhas gerais os Cambissolos apresentam melhores e maiores possibilidades de uso que os Litólicos.

a. deficiência de fertilidade

Da área total de Cambissolos que ocorrem na região, cerca de 85% são Cambissolos álicos e distróficos. Os Cambissolos eutróficos existentes possuem áreas inexpressivas. Isso confere a estas unidades deficiências severas de fertilidade, sobretudo considerando-se que a grande maioria dos Cambissolos possuem horizonte A proeminente, ricos em matéria orgânica, portanto com uma capacidade de tamponamento de pH bastante elevada. São solos que nos níveis de manejo primitivo como níveis A e B, as produtividades são irrisórias devido principalmente a este aspecto de baixa fertilidade.

b. deficiência de água

Em linhas gerais os Cambissolos apresentam boa capacidade de armazenamento de água, pois possuem normalmente horizonte A proeminente e relativamente espesso. Para contribuir, ocorrem normalmente nas regiões onde o clima mais ameno no verão, não permite níveis de evapotranspiração como em outras regiões mais quentes. Por outro lado, as deficiências de água para a cultura podem surgir de forma indireta, pelo não aprofundamento do sistema radicular de plantas sensíveis à acidez. Nesses solos, não raro, a saturação de alumínio pode atingir 70% nos horizontes subsuperficiais.

c. excesso de água

São solos bem drenados, geralmente ocorrem em relevo que permite o deflúvio intenso, não havendo limitações aparentes com relação a excesso de água. Nos casos em que ocorrem associados aos Solos Litólicos, podem surgir problemas com o aparecimento de vertentes temporárias como já foi relatado anteriormente.

d. suscetibilidade à erosão

Os Cambissolos geralmente apresentam alta suscetibilidade à erosão, principalmente em função do relevo em que ocorrem. As unidades que apresentam relevo mais acidentado, normalmente ondulado e forte ondulado, são as que atingem os maiores graus de limitação. As unidades associadas a solos mais rasos como os Litólicos têm ainda como agravante as contribuições negativas já referidas daquelas unidades.

e. impedimentos à mecanização

Os impedimentos à mecanização dependem da classe de relevo a que o solo pertence, uma vez que, em função das características do perfil, não apresentam limitações marcantes e significativas. Tomando-se por base os Cambissolos mais representativos em termos de expressão geográfica, o relevo que apresentam não permite a motomecanização, pelo menos em áreas extensas. Ela pode ser viável em pequenas áreas, principalmente naquelas que transicionam para solos mais desenvolvidos, como os Latossolos. Por outro lado a tração animal é viável em grande parte dessas áreas salvo nas unidades mais declivosas.

f. opções de usos

Os Cambissolos por ser na grande maioria álicos, apresentam limitações fortes por deficiências de fertilidade. Por outro lado, o relevo em que normalmente ocorrem, não favorece a mecanização. Portanto, para utilização dos Cambissolos, é necessário que alguns melhoramentos sejam aplicados.

Opção 1: Preservação Permanente de Flora e Fauna

A aptidão agrícola dos Cambissolos mapeados varia de uma unidade para outra, principalmente em termos de relevo e fertilidade. A preservação permanente da flora e fauna deveria ocorrer principalmente nas áreas onde os Cambissolos ocorrem associados a Solos Litólicos em relevos mais íngremes. Porém, de modo geral, os Cambissolos permitem atividades mais intensas que a preservação permanente da flora e da fauna.

Opção 2: Reflorestamento

O reflorestamento é uma atividade bastante adequada às possibilidades de grande parte dos Cambissolos. Esta atividade é pouca intensa, possibilita cobertura do solo de forma permanente, o que coincide com as limitações que os Cambissolos apresentam em termos de suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Por outro lado, a grande deficiência de fertilidade que os Cambissolos apresentam requer que o reflorestamento com plantas exóticas, sensíveis à acidez, receba cuidados adequados sob este aspecto. O reflorestamento com espécies nativas desses solos, já adaptadas às condições de baixa fertilidade, seria preferível.

Considerando-se ainda o aspecto social vinculado ao reflorestamento, pelo seu longo período de carência, espécies de crescimento rápido, de maior intensidade de retorno, seriam bastante adequadas.

Opção 3: Pastagem

Grande parte das áreas de ocorrência de Cambissolos são adequadas à utilização com pastagens. Porém, as pastagens desenvolvidas sobre as unidades de Cambissolos álicos sem maiores cuidados com a fertilidade, são "pastagens" de baixa qualidade, com capacidade de suporte muito aquém do que se poderia alcançar, caso as deficiências de fertilidade fossem corrigidas.

Por outro lado, as pastagens são realmente eficientes no controle à erosão quando oferecem boa cobertura vegetal ao solo. Em pastagens onde o excesso de pastoreio não permite esta cobertura, a eficiência do pasto no controle à erosão é muito reduzida. Por outro lado, na implantação de uma pastagem, as perdas de solo e água por erosão podem igualar-se às de uma cultura anual com o mesmo tratamento de solo, como observaram Castro Filho & Mondardo (1981).

Opção 4: Culturas Perenes

As culturas perenes podem apresentar boas produtividades quando cultivadas sobre Cambissolos. As maiores limitações desses solos a estas culturas estão relacionadas aos problemas de fertilidade e controle à erosão. É óbvio que nas unidades com relevo mais acentuado, a mecanização também seria prejudicada.

As opções de culturas perenes para estas áreas são as plantas frutíferas de clima mais quente.

Dentre as várias unidades de Cambissolos que estão presentes na área aquelas que apresentam relevo menos acentuado, muitas vezes ocorrendo associados a unidades de solos mais profundos como os Podzólicos, Terra Roxa Estruturada e os Latossolos, deveriam ser as preferidas para o cultivo de plantas perenes, principalmente em função da suscetibilidade à erosão. Com relação às deficiências por fertilidade, praticamente em termos de calagem, para que possam proporcionar produções elevadas e no caso de frutíferas, produtos de boa qualidade e de boa aceitação no mercado.

Opção 5: Culturas Anuais

A opção de se cultivar Cambissolos com culturas anuais é a menos recomendável sob o aspecto técnico. Porém, da mesma forma que nos Solos Litólicos, os aspectos sócio-econômicos representam peso considerável. Dentro de um manejo adequado, utilizando-se de práticas de conservação do solo que não requerem investimentos substanciais de capital, seria viável a produção de culturas de ciclo curto, principalmente as Hortaliças e de preferência nos Cambissolos Eutróficos.

4.2.4. Solos Hidromórficos

São solos desenvolvidos em condições de má drenagem, condicionada pelo relevo (plano/côncavo) e natureza do substrato.

Glei Húmico e Cambissolo gleico

a. fertilidade natural

Moderada a forte. Predominam perfis álicos, especialmente no Gleí Pouco-Húmico.

b. deficiência de água

Nula.

c. excesso de água

Forte a muito forte. Do excesso de água resulta grande deficiência de oxigênio.

d. suscetibilidade à erosão

Nula. Ocorrem em relevo plano, tornando desprezíveis as perdas de solo.

e. impedimentos à mecanização

Forte a muito forte. O excesso de água no perfil pode restringir o acesso da maquinaria.

f. opções de usos

Procedendo-se uma boa drenagem eliminam-se as limitações de falta de ar e à mecanização. Com a correção da fertilidade, estes solos apresentam grande potencial de produtividade, com a vantagem de não apresentarem deficiência d'água, desde que a drenagem seja bem planejada. A drenagem excessiva principalmente

nos Solos Glei Pouco-Húmicos pode provocar subsidência, com aparecimento na superfície de rachaduras ou frestas (até 10 cm), que atingem até os horizontes subsuperficiais. Por outro lado, nos taludes dos canais de drenagem podem surgir pequenas voçorocas, resultado de um desmoronamento progressivo devido à ação das chuvas. Uma vez drenados excessivamente torna-se difícil a reidratação destes solos.

5. CONCLUSÕES

1. As estratificações baseadas nas classes de solos são essenciais ao ordenamento territorial para indicação de usos mais adequados deste recurso natural.
2. O banco de dados gerado, contendo informações sobre os solos, auxiliou na manipulação e integração das informações no Sistema de Informação Geográfica e permitiu gerar outros planos de informações para servir de base à realização de diagnósticos ambientais e sócio-econômicos a nível municipal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNEMA, J.; CAMARGO, M.N. Esquema de proposta de divisão de florestas tropicais (com exclusão de florestas hidrófilas e florestas secundárias) para utilizar na diferenciação de fases e descrição de vegetação de unidades; subsídios a VI Reunião Técnica. In: Reunião Técnica da Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 5, 1964. **Súmula**. Rio de Janeiro, 1964 (mimeografado).
- 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 à capacidade de uso das terras no Município de Jaguariúna, SP. In: SIMPÓSIO DE USUÁRIOS IDRISI, 2. Campinas, 1997. **Caderno de resumos**. Campinas: UNICAMP/FEAGRI, FPE/Faculdade de

Agronomia "Manoel Carlos Gonçalves", EMBRAPA/CNPTIA, UNICAMP/CEPAGRI, 1997. p.51-54.

BROLLO, M.J. (coord.), INSTITUTO GEOLÓGICO (IG). **Diagnóstico do meio físico da média Bacia do Rio Piracicaba para fins de gestão ambiental.** São Paulo, IG, 1996. 84p. mapas (Boletim, 13).

CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J.L. **Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil.** Campinas: SBCS, 12:11-33, 1987. (Boletim Informativo).

CASTRO FILHO, C.; MONDARDO, A. Perdas por erosão em pastagens através de chuvas simuladas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. **Anais...** Recife, 1980. Recife: SBCS/UFPE/SUDENE, 1981. p.356-357.

CRHISTOFOLETTI, A.; FEDERICI, H. **A terra campineira: análise do quadro natural.** Campinas: Mousinho, 1972. 100p.

EMBRAPA. SNLCS/SBCS. Reunião de Classificação, Correlação de Solos e Interpretação de Aptidão Agrícola, 3. **Guia de Excursão de Estudos de Solos nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná.** Rio de Janeiro, 1984. 104p.

IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: IPT, 1981, v.2 (Monografia 6).

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para o levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 2.ed.rev. Campinas: SBCS, 1991. 175p. II.

MÖLLER, M.R.F.; KLAMT, E. Identificação e gênese de argilo-minerais em Latossolo Roxo de Santo Ângelo, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6. Campinas, 1982. p.161-66.

- 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.; BARBIERI, J.L.; ROTTA, C.L.; TREMOCOLDI, W. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Araras**. Campinas: IAC, 1982. 180p. (Boletim Técnico, 71).
- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.F.; ROTTA, C.L. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 172p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 6).
- SOUZA, G.A. **Estudo comparativo de propriedade de Latossolos do Brasil**. Porto Alegre, RS, UFRGS, Escola de Agronomia, 1979. 105 p. (Tese M.S.).
- VIEIRA, M.J. **Solos de baixa aptidão agrícola: opções de uso e técnicas de manejo e conservação**. Londrina, IAPAR, 1987. 68p. (IAPAR. Circular, 51).
- VOLKOFF, B. Os produtos ferruginosos que determinam a cor dos Latossolos da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 2:55-59, 1978.
- WEAVER, R.M. Quartz presence in relationship to gibbsite stability in some highly weathered soils of Brazil. **Clays Clay Miner.**, 23:431-436, 1976.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

***Núcleo de Monitoramento Ambiental e dos
Recursos Naturais por Satélite***

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Av. Dr. João Soares de Arredil, 805 - Parque São Quirino

CEP 13085-300 Campinas, SP, BRASIL

tel.: (019) 252-5337; fax: (019) 254-1100; mail: postmaster@nma.embrapa.br

http: www.nma.embrapa.br

