

Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica

República Federativa do Brasil

Luís Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

Luís Carlos Guedes

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Ernesto Paterniani

Hélio Tollini

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Meio Ambiente

Paulo Choji Kitamura

Chefe Geral

Geraldo Stachetti Rodrigues

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Cristina Martins Cruz

Chefe-Adjunto de Administração

Ariovaldo Luchiari Junior

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



ISSN 1516-4691

Dezembro, 2004

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 43

Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica

Lauro Charlet Pereira
Francisco Lombardi Neto

Jaguariúna, SP
2004

Exemplares dessa publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP 340 - km 127,5 - Tanquinho Velho
Caixa Postal 69 13820-000, Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3867-8750 Fax: (19) 3867-8740
sac@cnpma.embrapa.br
www.cnpma.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Geraldo Stachetti Rodrigues
Secretário-Executivo: Maria Amélia de Toledo Leme
Secretário: Sandro Freitas Nunes
Membros: Marcelo A. Boechat Morandi, Maria Lúcia Saito, José Maria Guzman
Ferraz, Manoel Dornelas de Souza, Heloisa Ferreira Filizola, Cláudio
Cesar de A. Buschinelli
Normalização Bibliográfica: Maria Amélia de Toledo Leme
Editoração eletrônica: Alexandre R. da Conceição e Silvana Cristina Teixeira

1º edição

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Pereira, Lauro Charlet

Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica / Lauro Charlet Pereira, Francisco Lombardi Neto -- Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

36 p.-- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

ISSN 1516-4691

1. Solo - Classificação. 2. Solo - Aptidão agrícola. I. Neto, Francisco Lombardi. II. Título. III. Série.

CDD 631.47

© Embrapa 2004

Autor

Lauro Charlet Pereira

Eng. Agrônomo, Doutor em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável, Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 - Km 127,5 - Cep 13820-000, Jaguariúna, SP.
E-mail: lauro@cnpma.embrapa.br

Francisco Lombardi Neto

Eng. Agrônomo, Doutor em Manejo e Conservação de Solos, Pesquisador aposentado. Professor convidado da FEAGRI/UNICAMP.
E-mail: flombardi43@yahoo.com.br

Sumário

Introdução	8
Caracterização da Área	8
Localização Geográfica e Extensão Territorial	8
Relevo e Geologia	10
Solos	10
Vegetação, Clima e Hidrografia	12
Metodologia	13
Condições Agrícolas das Terras	15
Fatores de Limitação	16
Deficiência de fertilidade	16
Deficiência de água	18
Excesso de água ou deficiência de oxigênio	20
Suscetibilidade à erosão	21
Impedimento à mecanização	22
Profundidade efetiva	24
Fator climático	24
Fator declividade	26
Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras	26
Resultados e Discussão	29
Conclusões	31
Bibliografia	31
Anexo 1 - Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras	33

Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica

Lauro Charlet Pereira
Francisco Lombardi Neto

Introdução

Notadamente a partir da última década do século XX, a questão ambiental vem assumindo grande importância no contexto nacional e internacional, com o envolvimento direto das instituições de pesquisa e da sociedade em geral. Por outro lado, é percebido que alguns pontos tornam-se cada vez mais explícitos e necessários. Dentre eles, com grande relevância, surge a necessidade de metodologias que forneçam subsídios para o planejamento e tomada de decisões mais precisas, adequadas e ágeis, porém, com visão mais efetiva quanto à incorporação da componente ambiental, no processo.

Essas percepções sobre os avanços esperados nos conhecimentos, endossam ainda mais a importância desse estudo, visto que o novo modelo da “equação da produção agrícola” exige uma análise prévia dos custos ambientais, para só então pensar na lucratividade e ganhos econômico-financeiros.

Em termos de avaliação do potencial das terras, apesar da existência de diversos sistemas, no Brasil os mais adotados são: o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho-Filho & Beek, 1995) e o sistema de capacidade de uso (Marques, 1971; Lepsch et al., 1991). Optou-se pelo método de Avaliação da Aptidão Agrícola devido a algumas vantagens, como: a) maior utilização ao nível nacional; b) considera, na sua estrutura, diferentes níveis de manejo; c) permite modificações, ajustes ou incorporações de outros parâmetros e fatores de limitação, acompanhando assim os avanços do conhecimento ou exigência do nível de estudo; d) aceita adaptações e aplicações em diferentes escalas de mapeamento; e) considera a viabilidade de redução de limitações, pelo uso de capital e tecnologia, distinguindo o pequeno e o grande agricultor.

O sistema de avaliação da aptidão agrícola, no Brasil, teve início na década de sessenta (Bennema et. al., 1964), numa tentativa de classificar o potencial das terras para agricultura tropical. Na sua evolução metodológica, podem ser citadas algumas contribuições como aquelas promovidas por Ramalho-Filho (1970), Tomasi, et al. (1971), Beek (1975) e Ramalho-Filho & Beek (1995), dentre outras.

Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho: a) propor a incorporação e ajustes de atributos diagnósticos no método atual de avaliação da aptidão agrícola, preconizado por Ramalho-Filho & Beek, 1995; b) avaliar a aptidão agrícola das terras, nos níveis de manejo B e C, a fim de diagnosticar a qualidade agroambiental da área. Visou-se, com isto, não somente desenvolver a metodologia, mas também expandir a base de conhecimentos que poderão ser úteis para planejamentos e ordenamentos agroambientais, ação de políticas públicas e gestão agroambiental, principalmente.

Caracterização da Área

Localização Geográfica e Extensão Territorial

A área de estudo corresponde à quadrícula de Ribeirão Preto, localizada na região nordeste do Estado de São Paulo, com uma extensão de aproximadamente 276.451,0 ha; está circunscrita às seguintes coordenadas geográficas: 21° 00' a 21° 30' de latitude Sul; e 47° 30' a 48° 00' de longitude Oeste (Fig. 1).

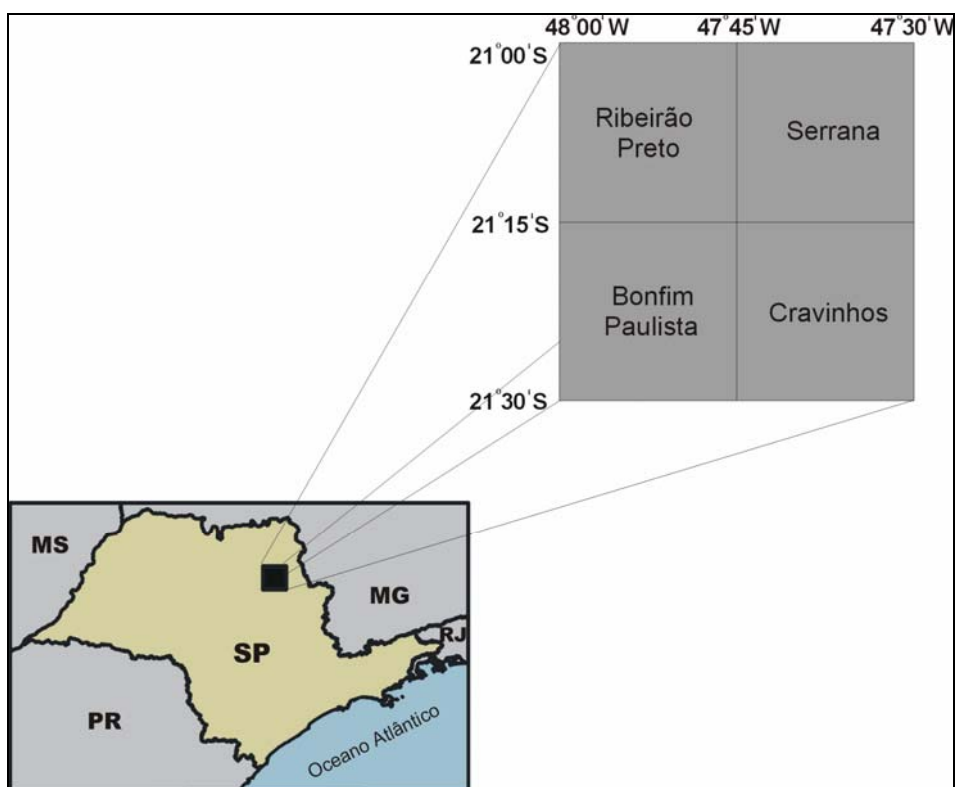


Fig. 1. Localização da área de estudo (quadrícula de Ribeirão Preto – SP).

A quadrícula de Ribeirão Preto, coberta por quatro folhas topográficas na escala 1: 50.000 (Ribeirão Preto, Serrana, Bonfim Paulista e Cravinhos), abrange 17 municípios, sendo que apenas 3 estão com suas áreas totalmente incluídas na quadrícula: Ribeirão Preto, Serrana e Cravinhos. Os demais, encontram-se com percentuais que variam de 2% a 90%, conforme Tabela 1 e Fig. 2.

Tabela 1. Municípios e suas respectivas áreas na quadrícula de Ribeirão Preto – SP.

Municípios*	Área pertencente à quadrícula	
	%	ha
- Ribeirão Preto	100,0	65.000
- Serrana	100,0	12.500
- Cravinhos	100,0	31.100
- Serra Azul	90,0	25.400
- Brodósqui	79,0	22.100
- Dumont	72,0	7.900
- Sertãozinho	55,0	22.100
- São Simão	52,0	32.100
- Guataporã	48,0	19.800
- Jardinópolis	42,0	21.100
- Luis Antônio	26,0	15.500
- Altinópolis	6,0	14.800
- Santa Cruz da Esperança	6,0	800
- Pontal	6,0	2.100
- Batatais	4,0	3.400
- Barrinha	3,0	400
- Pradópolis	2,0	300
Total		296.400

- Municípios em ordem decrescente, quanto aos seus respectivos percentuais de área na quadrícula.

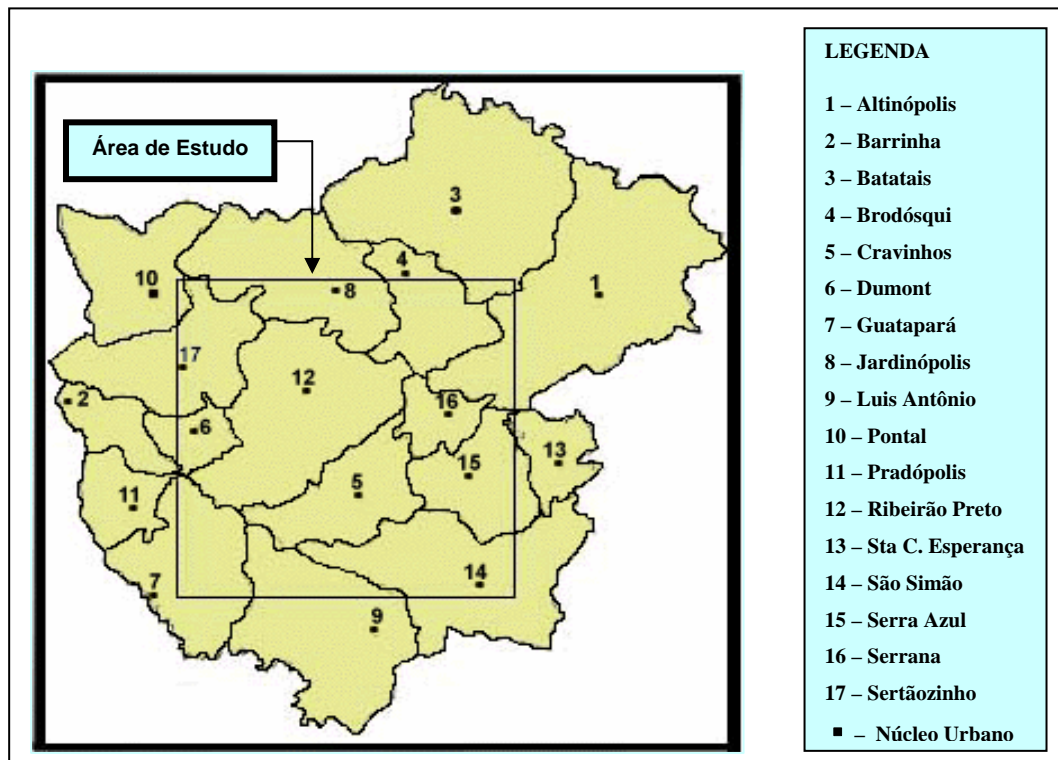


Fig. 2. Municípios que compõem a área de estudo (quadrícula de Ribeirão Preto - SP).
Fonte: IBGE, 1997.

Relevo e Geologia

O relevo da área é bastante diversificado. Em grande parte da área ele é ondulado e suave ondulado, constituído por colinas amplas e médias, cujas rampas podem ultrapassar 3.000 m. Nessas áreas a declividade varia de 3% a 10%. Compondo essa paisagem, é comum a ocorrência de pequenos testemunhos tabuliformes, isolados, que se destacam pela cobertura de matas ou pastagem, contrastando com a intensa ocupação agrícola dos solos circunvizinhos. As áreas mais dissecadas, com relevo forte ondulado e escarpado, situam-se a nordeste e sudeste da quadrícula. Em termos geológicos, a área acha-se representada por quatro unidades litoestratigráficas: Grupo São Bento, que representa cerca de 85% da área da quadrícula; Sedimentos Aluvionais; Sedimentos Continentais Indiferenciados; e Grupo Bauru (IPT, 1995; Oliveira & Prado, 1987).

Solos

A quadrícula de Ribeirão Preto, de acordo com o levantamento semidetalhado realizado por Oliveira & Prado (1987), possui uma considerável diversidade pedológica. Dentre as 14 classes de solos que compõem o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, no primeiro nível categórico, mais da metade – 8 classes – foi encontrada na área de estudo (Tabela 2 e Fig. 3).

A classe dos Latossolos Vermelhos foi a mais comum e representa 67,80% da área total da quadrícula. Quanto à fertilidade, é importante destacar que apenas cerca de 10% são solos eutroféricos, enquanto que aproximadamente 31% e 26,7% são distroféricos e acriféricos, respectivamente. São solos profundos, com elevados teores de óxido ferro totais ($\text{Fe}_2\text{O}_3 > 18\%$) e forte atração pelo imã.

Tabela 2. Classes de solos, ao nível de grande grupo categórico, com suas áreas e respectivas porcentagens na quadrícula de Ribeirão Preto (Oliveira & Prado, 1987).

Classes de Solos		Área	
Classificação atualizada (Embrapa-CNPq, 1999)		hectare	%
Latossolos Vermelhos eutroférricos, distroférricos e acriférricos	(LV)	181.897,5	67,80
Latossolos Vermelho-Amarelos álicos e distróficos	(LVA)	14.240,5	5,26
Latossolos Amarelos distróficos e álicos	(LA)	11.432,5	4,21
Nitossolos Vermelhos eutroférricos e distroférricos	(NV)	5.152,0	1,90
Chernossolos Argilúvicos férricos	(MT)	252,5	0,09
Neossolos Quartzarênicos órticos	(RQ)	19.661,0	7,26
Cambissolos Háplicos distróficos	(CX)	1.828,3	0,67
Neossolos Litólicos eutróficos e distróficos	(RL)	15.223,0	5,61
Gleissolos Melânicos e Háplicos (GM e GX) distróficos com ou sem Organossolos Háplicos sápricos	(OX)	10.651,9	3,93
Tipos de Terreno		730,5	0,27
Outras áreas		10.100	3,00
Área Total		271.169,7	100,00

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem em 5,26% da quadrícula. São solos com elevada profundidade efetiva, álicos e distróficos, e apresentam teores de óxido de ferro variando de 8% a 18%, quando de textura argilosa. Dado o menor teor de óxidos de ferro, revelam pequena atração magnética.

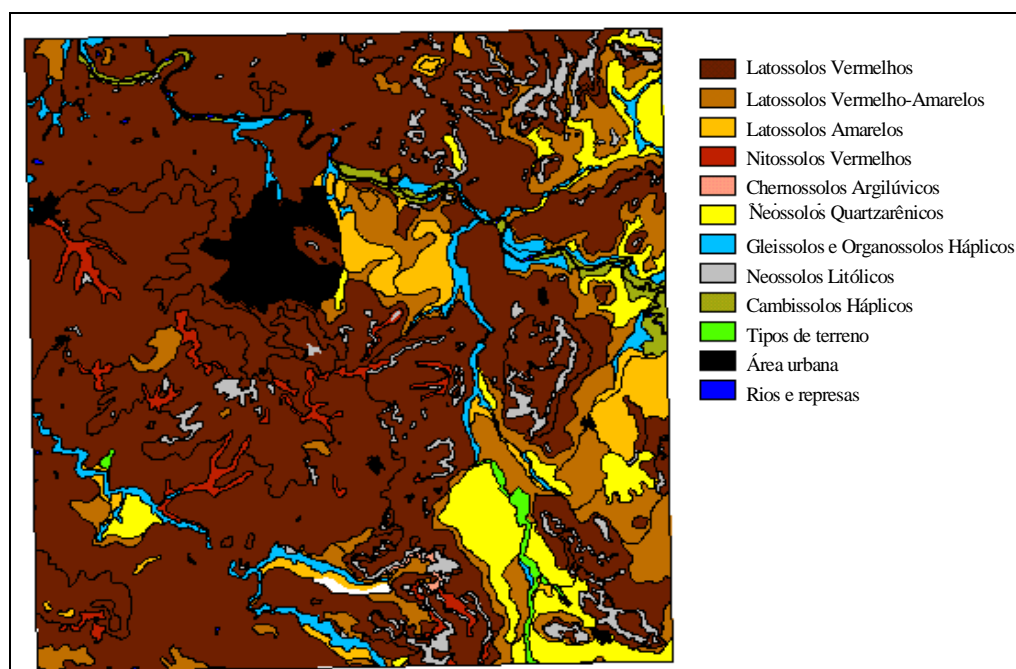


Fig. 3. Distribuição espacial das classes de solos, ao nível categórico de subordens, da quadrícula de Ribeirão Preto-SP (Oliveira & Prado, 1987; Embrapa-CNPq, 1999).

A classe dos Latossolos Amarelos ocupa 4,21% da área mapeada e apresenta baixos teores de óxido de ferro (inferior a 9% para solos de textura argilosa). São solos profundos, com textura média predominante e, apesar das boas características morfológicas, apresentam baixa a muito baixa fertilidade natural, além de limitada capacidade de retenção de água.

Os Nitossolos Vermelhos correspondem espacialmente a 1,9% da área da quadrícula. São solos profundos, predominantemente eutroféricos e apresentam horizonte B textural. Apesar da textura argilosa ou muito argilosa, possuem elevada macroporosidade e, conseqüentemente, boa drenagem. São aptos às atividades agropecuárias, porém têm no relevo (ondulado e forte ondulado) sua maior restrição.

A classe dos Chernossolos Argilúvicos férricos tem a menor representação espacial na área de estudo, correspondendo a apenas 0,09% da mesma. Apesar disso, são solos de elevado potencial nutricional. Apresentam horizonte B textural, com argila de atividade alta e moderada profundidade efetiva. Ocorrem em relevo forte ondulado e ondulado.

Os Neossolos Quartzarênicos correspondem à segunda maior classe, em extensão, com 7,26% da quadrícula. São solos profundos, essencialmente álicos ou distróficos, com sérias limitações quanto à retenção de água e nutrientes, além de acentuada erodibilidade.

Os Cambissolos Háplicos representam espacialmente 0,67% da área estudada. São geneticamente pouco desenvolvidos, caracterizados pela presença de horizonte B incipiente (B câmbico). Possuem textura descontínua, dada a estratificação do material. As limitações mais importantes ao uso agrícola são: drenagem interna e/ou fertilidade e, ocasionalmente, riscos de inundação.

A classe dos Neossolos Litólicos é caracterizada por solos de pequena espessura, jovens, com horizonte A sobreposto diretamente à rocha (A, R) ou sobre um horizonte C pouco espesso (A, C, R). Espacialmente, representam 5,61% da quadrícula. São predominantemente eutróficos, com grande reserva de nutrientes, porém a reduzida profundidade efetiva, associada ao relevo movimentado e à presença de pedras e/ou rochas, geralmente impedem seu uso com culturas agrícolas.

Os Gleissolos Melânicos e Háplicos encontram-se associados, ou não, aos Organossolos Háplicos. Representam 3,93% da área estudada. Tratam-se de solos hidromórficos, situados geralmente em planícies aluvionais, muito mal drenados.

Vegetação, Clima e Hidrografia

O panorama atual da cobertura vegetal na quadrícula encontra-se muito diferente daquele que era proporcionado pela vegetação primitiva, representada por grandes extensões de floresta tropical subperenifólia, cerrado e cerradão, em solos de terra firme, de textura variando de argilosa a arenosa. As matas ciliares e campos higrófilos completavam a fitofisionomia, ocupando as margens de rios e córregos em áreas inundáveis, mal drenadas.

Entretanto, dada a intensa dinâmica de uso das terras, ocorreu uma profunda substituição da vegetação primária, resultando em um novo cenário, dominado por extensas plantações de cana-de-açúcar, seguidas pelas culturas de café, citros e culturas anuais (milho, feijão, soja...), além de pastagens e reflorestamentos (eucaliptos e pinus). Atualmente, portanto, restam apenas alguns fragmentos remanescentes da vegetação primitiva, representados por cerrados, cerradões e campos higrófilos.

Quanto ao clima, a quadrícula insere-se no domínio tropical, enquadrando-se, de acordo com a classificação de Köppen, nos tipos Aw e Cwb. O primeiro tipo abrange as partes de menor altitude (500m a 700m), que corresponde à maior parte da área estudada. Apresenta verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média do mês mais frio superior a 18° C. O segundo tipo, Cwb, representa as partes mais elevadas da paisagem regional (áreas serranas), caracterizando um clima temperado com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura do mês mais quente é inferior a 22° C.

A hidrografia da área está representada por uma vasta rede composta de rios, córregos, açudes ou represas e lagos. Os rios e córregos de maior importância espacial, são: rios Pardo, Tamanduá, Onça e Pântano, além dos córregos Guataparazinho, Serra Azul e Espriado (Oliveira & Prado, 1987).

Metodologia

Na avaliação da aptidão agrícola das terras, foi adotada a metodologia do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995), com uma proposta de atualização e modificação, a partir de incorporação de parâmetros (fator de limitação e atributos diagnósticos, isolados ou combinados) e estabelecimento de “tabelas de critérios” para todos os atributos considerados na avaliação. Para uma melhor visualização da estrutura do método, elaborou-se um diagrama, no qual é exibido em linhas gerais os diferentes aspectos de abordagem, indo desde a oferta ambiental (composta pelos temas: solo, relevo, clima, vegetação,...) até as classes de potencialidades, categorizadas por “boa, regular, restrita e inapta”, conforme a Fig. 4.

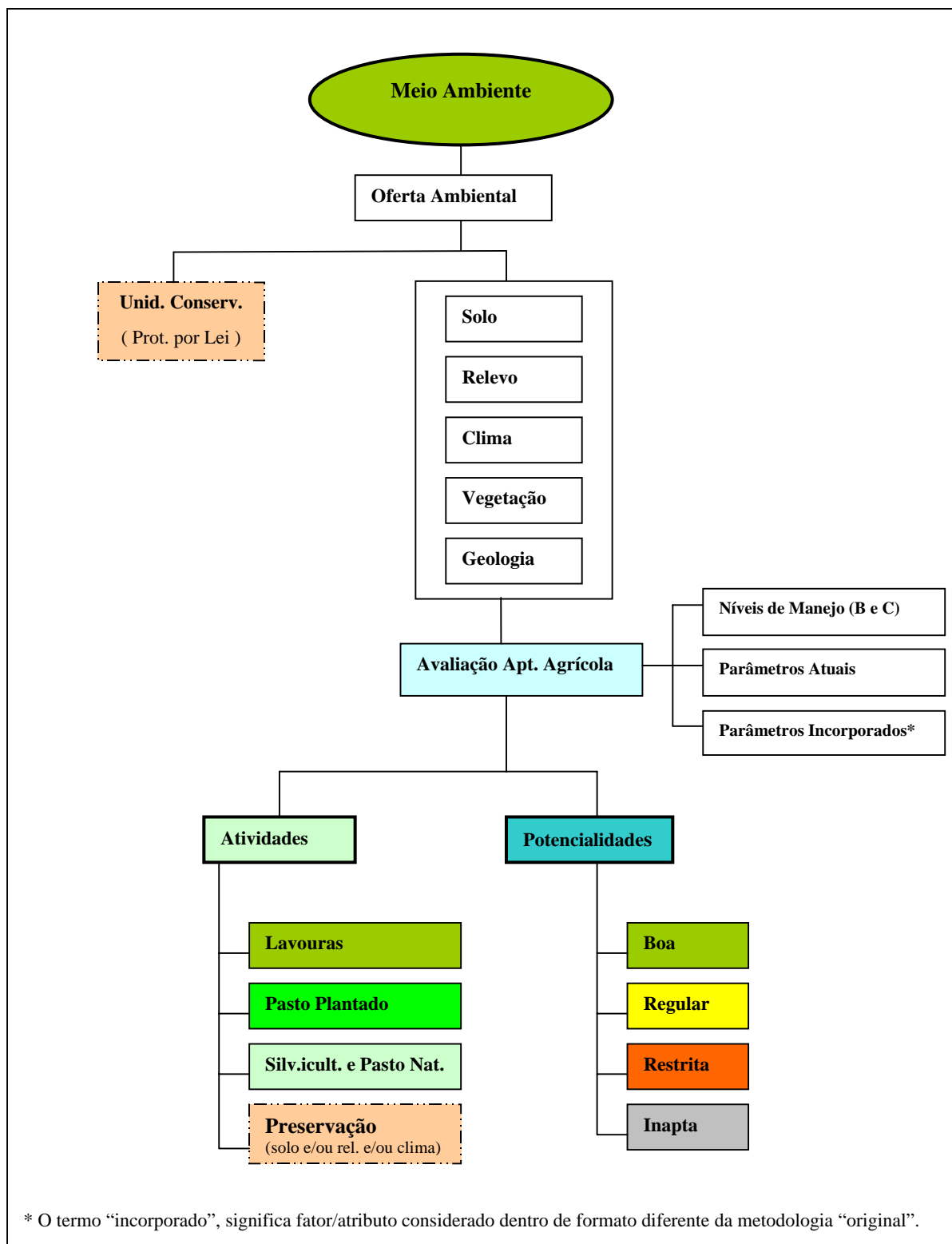


Fig. 4. Diagrama referente à estrutura do método de avaliação da aptidão agrícola das terras (quadrícula de Ribeirão Preto – SP).

Com estas modificações tem-se em mente uma melhor adequação do método à escala de mapeamento (levantamento semidetalhado, escala 1:100.000); maior aprimoramento e atualização; ampliação do caráter quantitativo da avaliação; e redução do grau de subjetividade do método.

Existem outras classificações técnicas, que também poderiam atender às finalidades deste trabalho. Entretanto, optou-se pelo método de Avaliação da Aptidão Agrícola devido algumas vantagens, como: a) maior utilização ao nível nacional; b) considera, na sua estrutura, diferentes níveis de manejo; c) permite seu ajustamento e atualizações frente a novos conhecimentos; d) aceita adaptações e aplicações em diferentes escalas de mapeamento; e) considera a viabilidade de redução de limitações, pelo uso de capital e tecnologia, distinguindo o pequeno e o grande agricultor.

Além disso, este método possibilita não apenas a identificação do potencial produtivo das terras, nas suas diferentes categorias de uso e manejo, mas também oferece importantes subsídios para planejamentos agroambientais sustentáveis.

Na seleção dos parâmetros, visando à incorporação de forma direta ao método, foram considerados os seguintes aspectos:

- importância agrônômica e ambiental - todos estão intimamente relacionados com o uso, manejo e qualidade do ambiente;
- disponibilidade nos levantamentos de solos/facilidade de obtenção – extraídos diretamente dos levantamentos de solos, ou obtidos por meio de cálculos simples;
- custo financeiro – a inclusão não implicou em custo financeiro adicional algum, ao contrário, otimizou as informações disponíveis;
- qualidade dos dados/informação – critério sempre necessário, garantido pela idoneidade das instituições que atuam no âmbito da ciência do solo (Embrapa, IAC, FIBGE, Universidades, Institutos Estaduais, dentre outros); e
- facilidade de processamento – a incorporação dos parâmetros considerados, não alterou a rotina de processamento da metodologia original.

Condições Agrícolas das Terras

Para a análise das condições agrícolas das terras, foram considerados os seguintes atributos diagnósticos:

- n = nutrientes ----- (deficiência de)
- a = alumínio ----- (toxicidade por)
- f = fósforo ----- (fixação de)
- w = água ----- (deficiência de)
- o = oxigênio ----- (deficiência de)
- e = erosão ----- (susceptibilidade à)
- m = mecanização ----- (impedimento à)
- c = climático ----- (índice)
- p = profundidade ----- (profundidade efetiva)
- K = fator K ----- (erodibilidade do solo)
- r = roch./pedreg. ----- (rochosidade e/ou pedregosidade)

Os atributos índice climático, profundidade efetiva, fator K e rochosidade e/ou pedregosidade foram avaliados de forma individual ou combinada dentro do processo metodológico proposto, não aparecendo na simbologia final, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Fatores de limitação e atributos diagnósticos

Fator de limitação	Atributo diagnóstico	Símbolo*
• Deficiência de fertilidade	nutrientes, alumínio e fósforo	n, a, f
• Deficiência de água	água disponível	w
• Deficiência de oxigênio ou excesso de água	oxigênio	o
• Susceptibilidade à erosão	erosão	e
• Impedimento à mecanização	mecanização	m

Fonte: adaptado de Ramalho-Filho & Beek (1995).

*símbolo : n = nutrientes; a = alumínio; f = fósforo; w = água; o = oxigênio; e = erosão; m = mecanização.

Os fatores de limitação, com seus respectivos atributos diagnósticos, utilizados na avaliação das terras, encontram-se avaliados a partir de “tabelas de critérios” preestabelecidas, com base na bibliografia disponível.

Todos os atributos foram avaliados com base em cinco graus de limitação: **0** = Nulo; **1** = Ligeiro; **2** = Moderado; **3** = Forte; e **4** = Muito Forte.

Deve ser ressaltado que o tabelamento (parametrização) de fatores e atributos diagnósticos dos solos (Tabela de critérios), não exclui a possibilidade de exames complementares de outros parâmetros correlacionados. Significa que outros atributos limitantes (ex.: riscos de inundação, permeabilidade, atividade de argila, dentre outros) podem ser considerados por ocasião do julgamento das limitações, em cada caso, como é mencionado na metodologia original (Ramalho-Filho & Beek, 1995).

Fatores de Limitação

Deficiência de fertilidade

O fator deficiência de fertilidade foi avaliado com base em três atributos diagnósticos. Isto facilita tanto a identificação do eventual atributo de maior limitação, quanto as recomendações de práticas de manejo mais adequadas. Os atributos diagnósticos considerados foram:

- a) Disponibilidade de nutrientes : **n**
- b) Toxicidade por alumínio : **a**
- c) Fixação de fósforo : **f**

a) Disponibilidade de nutrientes : n

O critério adotado para determinar os graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes foi o de Oliveira & Berg (1985), que relacionaram a saturação por bases (V%) com a capacidade de troca catiônica (CTC). Esses autores justificam que este critério reflete melhor o grau de trofismo, ressaltando que em dois solos com a mesma saturação por bases, o que tiver CTC mais elevada apresenta maior reserva de nutrientes. Também, solos com CTC muito baixa, mesmo apresentando V% em torno de 50, foram considerados como tendo limitação forte, no tocante à disponibilidade de nutrientes (Tabela 4).

Tabela 4. Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes = **n**

Saturação por Bases (V %)	Capacidade de Troca de Cátions (C T C, em cmol _c kg ⁻¹)		
	> 5	3 - 5	2 - 3
	Graus de Limitação *		
50 - 100	0	1	2
25 - 50	1	2	3
10 - 25	3	3	4
0 - 10	4	4	4

Fonte : Oliveira & Berg (1985).

* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** - terras que possuem elevadas reservas de nutrientes (constituídas por solos eutróficos), que apresentam pelo menos até 80 cm de profundidade uma saturação por bases (V%) superior a 50%, conjugada a uma capacidade de troca de cátion (CTC) superior a 5 cmol_c kg⁻¹. Praticamente não respondem à adubação e apresentam ótimos rendimentos durante muitos anos.
- **1 : Ligeiro** – terras com boa reserva de nutrientes, devendo apresentar pelo menos até 50 cm de profundidade uma saturação por bases (V%) maior que 50% (solos eutróficos), quando associada à moderada CTC (3-5 cmol_c kg⁻¹). Ou, saturação por bases variando entre 25 a 50%, quando associada à CTC mais elevadas (> 5 cmol_c kg⁻¹). Essas terras têm capacidade de manter boas colheitas durante vários anos, com pequena exigência de fertilizantes para manutenção de seu estado de produção.
- **2 : Moderado** – terras com limitadas reservas de nutrientes (solos distróficos), que apresentam pelo menos até 50 cm de profundidade uma saturação por bases variando entre 25 a 50%, quando

associada a valores de CTC de 3-5 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$. Ou, com saturação por bases variando entre 50 a 100%, quando conjugada com valores de CTC de 2-3 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$. Terras que nos primeiros anos de utilização permitem bons rendimentos, seguindo-se um rápido declínio na produção.

- **3 : Forte** – terras com reservas de nutrientes muito limitadas (solos distróficos), que apresentam saturação por bases entre 10 e 25% até pelo menos 50 cm de profundidade, associada a valores de CTC 3-5 ou $> 5 \text{ cmol}_e \text{ kg}^{-1}$. Ou, com saturação por bases variando entre 25-50%, associada a valores muito baixos de CTC (2-3 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$).
- **4 : Muito Forte** - terras extremamente pobres em nutrientes (distróficos), que apresentam saturação por bases muito baixa ($< 10\%$) até pelo menos 50 cm de profundidade, ainda que associada a valores de CTC superiores a 5 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$; ou com V% entre 10 e 25% e CTC de 2-3 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$.

b) Toxicidade por alumínio : a

Na avaliação do atributo toxicidade por alumínio, Oliveira & Berg (1985) introduziram, além do índice “m%” (saturação por alumínio), valores de CTC. Segundo esses autores, um solo com CTC mais elevada apresentará, para um mesmo valor de m%, maior reserva de alumínio trocável e, conseqüentemente, exigirá maior quantidade de corretivo para eliminar ou reduzir a concentração de alumínio. Com isto, além da indicação mais precisa sobre a intensidade da limitação, este critério auxilia numa melhor discriminação de unidades de manejo (Tabela 5).

Tabela 5. Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio = a

Saturação por Alumínio (m %)	Capacidade de Troca de Cátions (C T C, em $\text{cmol}_e \text{ Kg}^{-1}$)	
	5 - 10	1 - 5
	Graus de Limitação *	
0 - 10	0	0
10 - 30	1	1
30 - 50	2	1
50 - 70	3	2
70 - 100	4	3

Fonte : Oliveira & Berg (1985).

* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** - terras não álicas, com saturação por alumínio inferior a 10% na camada arável, conjugado com capacidade de troca catiônica (CTC) de até 10 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$.
- **1 : Ligeiro** – terras não álicas, com saturação por alumínio podendo variar de 10 a 50 %, quando associada à baixa CTC (1-5 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$), ou com saturação por alumínio variando de 10-30%, quando a CTC assume valores mais elevados (5-10 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$).
- **2 : Moderado** – terras não álicas, com saturação por alumínio variando de 30 a 50%, quando associadas a CTC de 5-10 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$. Ou, terras álicas com saturação de alumínio variando entre 50 e 70%, porém, deve estar conjugada com baixos valores de CTC (1-5 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$).
- **3 : Forte** – terras álicas, com saturação por alumínio variando entre 50 e 70%, associada à CTC com valores mais elevados (5-10 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$). Ou, terras álicas com elevada saturação por alumínio (70-100%), mas associada a valores mais baixos de CTC (1-5 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$).
- **4 : Muito Forte** - terras álicas, com elevada saturação por alumínio (70-100%), associada a CTC com valores variando de 5 a 10 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$.

c) Fixação de fósforo: f

Os solos das regiões tropicais e subtropicais são, de um modo geral, pobres em fósforo. Segundo Malavolta (1980), o fósforo disponível é o elemento, cuja carência no solo, mais freqüentemente limita a produção agrícola, principalmente das culturas anuais.

O termo fixação diz respeito à conversão do fósforo solúvel ou disponível em formas insolúveis ou pouco solúveis. Com base no trabalho de Oliveira & Sosa (1995), que considera a textura, a cor e a atração eletromagnética na estimativa da fixação do fósforo no solo, foram estabelecidos os graus de limitação referentes a esse atributo. Trata-se de um método com característica um tanto empírica, devendo seus resultados ser considerados como uma potencialidade relativa de fixação de fósforo (Tabela 6).

Tabela 6. Graus de limitação referentes à fixação de fósforo = f

Graus de Limitação	Textura Superficial	Cor do Solo	Atração Eletromagnética

0 : Nulo	Arenosa Arenosa ****	Vermelho-escuro ou Vermelho-amarelo	Ausente
1 : Ligeiro	Média Argilosa ou muito argilosa	Vermelho-escuro Vermelho-amarelo	Pequena atração
2 : Moderado	Argilosa Muito argilosa	Vermelho Vermelho-escuro	Moderada atração
3 : Forte	Argilosa ou muito argilosa	Roxo	Forte atração
4 : Muito Forte	Argilosa ou muito argilosa	Roxo	Muito forte atração

Fonte : Oliveira & Sosa (1995).

*** Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos.

**** Textura superficial arenosa e subsuperficial média.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** - terras que apresentam solos de textura superficial arenosa (Areia Quartzosa e Regossolo) e solos de textura superficial arenosa e subsuperficial média, com cores vermelho-escuro ou vermelho-amarelo. Solos virtualmente sem atração por imã.
- **1 : Ligeiro** – terras que apresentam solos de textura superficial média, argilosa ou muito argilosa, com cores vermelho-escuro ou vermelho-amarelo. Solos com baixa atração magnética.
- **2 : Moderado** – terras que apresentam solos de textura superficial argilosa ou muito argilosa, com cores vermelho ou vermelho-escuro. Solos com moderada atração magnética.
- **3 : Forte** – terras que apresentam solos de textura superficial argilosa ou muito argilosa, com cores roxa. Solos com forte atração magnética.
- **4 : Muito Forte** – terras que apresentam solos de textura superficial argilosa ou muito argilosa, com cores roxa. Solos com muito forte atração magnética.

Deficiência de água: w

No cálculo de água disponível (w) utilizou-se a equação de Arruda et al. (1987), que considera os parâmetros referentes à capacidade de campo e ponto de murcha permanente associados ao volume de solo (profundidade e densidade do solo), conforme a equação:

$$AD(cm) = \frac{\%CC - \%PM}{10} \times \text{espessura}(cm) \times da$$

Onde:

- AD = água disponível ; CC = capacidade de campo ; PM = ponto de murcha permanente; da = densidade do solo.

- CC : $Y = 3,07439 + 0,629239x - 0,00343813x^2$ ∴ (x = % silte + % argila)

- PM : $Y = \frac{398,889x}{(1308,09x)}$ ∴ (x = % silte + % argila)

- No cálculo de água disponível (AD) para cada perfil de solo, foi considerada a profundidade até 100 cm, com os seguintes fatores de correção:

- 0 a 50 cm = 100%
- 50 a 80 cm = 80%
- 80 a 100 cm = 50%

- Devido à falta de dados sobre densidade do solo, nas fichas de análise do levantamento utilizado, considerou-se o valor de uma unidade para todos os solos.

Com base na soma das frações “silte e argila”, foi calculada a água disponível, para três profundidades (50 cm; 80 cm; e 100 cm), além da profundidade acumulada, conforme demonstrado na Fig. 5.

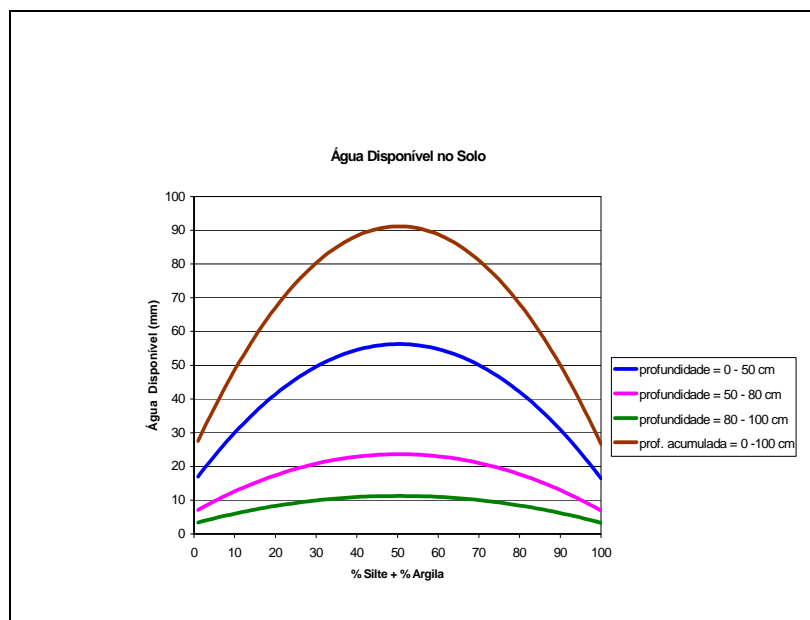


Fig. 5. Curvas representativas de variações da água disponível no solo (mm), em função da profundidade e da soma das frações silte e argila.

A metodologia de avaliação da aptidão agrícola das terras não considera a prática de irrigação, significando que a limitação referente ao atributo capacidade de água disponível afeta igualmente a utilização dos solos, sob os níveis de manejo B ou C.

A partir dos valores de água disponível (até a profundidade de 100cm), obtido para os diferentes percentuais de silte + argila, foram estabelecidos os graus de limitação para os solos, de acordo com os grupamentos texturais (arenosa, média, argilosa e muito argilosa), conforme o Tabela 7.

Tabela 7. Graus de limitação referentes à água disponível (profundidade = 100 cm) = **w**

% silte + % argila	Grupamentos texturais do solo*		
	Textura arenosa	Textura média e Textura argilosa	Textura muito argilosa
	Graus de Limitação**		
< 5	4	–	–
5 – 10	3	–	–
10 – 15	2	–	–
15 – 25	1	–	–
25 – 30	0	–	–
30 – 60	–	0	–
60 – 75	–	0	0
75 – 85	–	1	1
85 – 90	–	2	2
90 – 95	–	3	3
> 95	–	4	4

* Grupamentos texturais extraídos de Embrapa-CNPq (1999)

** Graus de Limitação: 0 = Nulo ; 1 = Ligeiro ; 2 = Moderado ; 3 = Forte; e 4 = Muito Forte.

*** Grupamentos Texturais (EMBRAPA-CNPS, 1999)**

- Textura arenosa: compreende as classes texturais areia e areia franca.
- Textura média: compreende classes texturais ou parte delas, tendo na sua granulometria menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.
- Textura argilosa: compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila.
- Textura muito argilosa: compreende classe textural com mais de 60% de argila.

Obs: devido a ausência de solos com textura siltosa, esta classe não foi considerada.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** - terras que em todo o ano apresentam água disponível em boa quantidade, de modo a promover o desenvolvimento normal das plantas e oferecer múltiplas opções de uso. Essas terras possuem solos em que a soma de %silte + %argila está na faixa de 25% a 30% (o que corresponde, respectivamente, à 74 mm – 80 mm de água disponível), para o caso dos arenosos; de 30% a 75% (correspondente à 80 mm – 75 mm de água disponível, respectivamente) para os solos de textura média e de textura argilosa; e de 60% a 75% (correspondente à 89 mm – 75 mm de água disponível, respectivamente), quando tratar-se de solos de textura muito argilosa.
- **1 : Ligeiro** – terras com solos que apresentam discreta limitação quanto à disponibilidade de água, influenciando ligeiramente no desenvolvimento das espécies cultivadas mais sensíveis. Tais solos apresentam soma de %silte + %argila na faixa de 15% a 25% (correspondente à 58 mm – 74 mm de água disponível, respectivamente) para os de textura arenosa; e de 75% a 85% (equivalente à 75 mm – 60 mm de água disponível, respectivamente) para os solos de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.
- **2 : Moderado** – terras com solos que apresentam nítida limitação referente à disponibilidade de água, influenciando sensivelmente no desenvolvimento das espécies cultivadas, diminuindo assim as opções de uso das terras. Essas terras apresentam solos com soma de %silte + %argila na faixa de 10% a 15% (correspondente à 49 mm – 58 mm de água disponível, respectivamente), para os de textura arenosa; e de 85% a 90% (60 mm – 50 mm de água disponível, respectivamente) para os solos de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.
- **3 : Forte** – terras com solos que apresentam fortes limitações relacionadas à disponibilidade de água para promover o desenvolvimento normal das plantas. Tais solos possuem soma de %silte + %argila na faixa de 5% a 10% (correspondente à 37 mm – 49 mm de água disponível, respectivamente) para os de textura arenosa; e de 90% a 95% (equivalente à 50 mm – 39 mm de água disponível, respectivamente) para os solos de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.
- **4: Muito Forte** – terras com solos que apresentam limitações muito forte quanto à disponibilidade de água para promover o bom desenvolvimento das plantas. Estes solos possuem soma de %silte + %argila inferior a 5% (o que corresponde à valores de água disponível inferiores a 37 mm) para os de textura arenosa; e superior a 95% (equivalente à valores de água disponível inferiores a 39 mm) para os solos de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.

Excesso de água ou deficiência de oxigênio: o

A limitação referente ao excesso de água ou deficiência de oxigênio foi estabelecida a partir das classes de drenagem extraídas de EMBRAPA-CNPS (1999), com adequações na metodologia original (Ramalho Filho & Beek, 1995). Ver Tabela 8.

Tabela 8. Graus de limitação referentes ao excesso de água ou deficiência de oxigênio = o

Graus de Limitação	Classe de Drenagem *
0 : Nulo	Excessivamente; Fortemente; Acentuadamente; e Bem Drenado
1 : Ligeiro	Moderadamente Drenado
2 : Moderado	Imperfeitamente Drenado
3 : Forte	Mal Drenado
4 : Muito Forte	Muito Mal Drenado

Fonte : Oliveira & Sosa (1995); adaptação de Ramalho-Filho & Beek (1995).

* Classes de drenagem, segundo Embrapa (1999).

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** – terras que não apresentam problemas de aeração ao sistema radicular da maioria das culturas, durante todo o ano. Compreendem terras muito porosas e permeáveis, abrangendo as classes de drenagem que variam de excessivamente drenado à bem drenado.
- **1 : Ligeiro** – terras que apresentam discreta deficiência de aeração durante curto período do ano. São classificadas como moderadamente drenadas.
- **2 : Moderado** – terras que apresentam moderada deficiência de aeração durante a estação chuvosa. A deficiência de oxigênio pode ser causada, tanto pelo lençol freático relativamente elevado, quanto pela baixa condutividade hidráulica. São solos imperfeitamente drenados.
- **3 : Forte** – terras que apresentam sérias deficiências de oxigênio durante grande parte do ano, de modo que os cultivos não adaptados demandam trabalhos de drenagem artificial para obtenção de colheitas satisfatórias. São solos da classe mal drenada, apresentando condições propícias para a existência de horizonte gleizado.
- **4 : Muito Forte** - terras que apresentam restrições de uso muito fortes, devido à deficiência de oxigênio durante praticamente todo o ano. Os solos são classificados como muito mal drenados.

Suscetibilidade à erosão: e

A suscetibilidade à erosão diz respeito à facilidade com que o solo é removido, por ação do vento e/ou da água (considerou-se, neste trabalho, apenas a erosão hídrica dada a pequena importância da erosão eólica na região).

Alguns solos sofrem mais erosão do que outros, mesmo que as condições de declividade, chuva, cobertura vegetal e práticas de manejo sejam idênticas. Essa diferença, devida à natureza do próprio solo, é denominada erodibilidade (fator K), também conhecida como vulnerabilidade ou suscetibilidade à erosão (Berton & Lombardi Neto, 1990).

Na avaliação do fator suscetibilidade à erosão, considerou-se dois atributos diagnósticos associados: a erodibilidade do solo (fator K) e a declividade do terreno, estabelecendo-se assim os graus de limitação, conforme demonstrado nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9. Graus de limitação devidos à erodibilidade do solo (fator K).

Graus de Limitação	Erodibilidade (t.h.MJ ⁻¹ . mm ⁻¹)
0 : Nulo	< 0,010
1 : Ligeiro	0,010 a 0,020
2 : Moderado	0,020 a 0,030
3 : Forte	0,030 a 0,040
4 : Muito Forte	> 0,040

Fonte: Adaptado de Giboshi (1999).

Tabela 10. Graus de limitação devidos à suscetibilidade à erosão – e (fator K x declividade)

Declividade		Relevo	Fator K (t. h. MJ ⁻¹ . mm ⁻¹)				
			Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito forte
Classe	(%)	Tipo	Graus de Limitação *				
A	0 a 3	Plano	0	1	1	2	3
B	3 a 8	Suave ondulado	1	1	2	3	4
C	8 a 13	Moderadamente ondulado	2	3	3	4	4
D	13 a 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 a 45	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 45	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

Fonte: adaptações de Giboshi (1999); e Ramalho-Filho & Beek (1995).

* Graus de Limitação: 0 = Nulo ; 1 = Ligeiro ; 2 = Moderado ; 3 = Forte ; 4 = Muito Forte.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** - terras que apresentam suscetibilidade à erosão insignificante. Seus solos ocorrem em relevo plano (0-3%), conjugado com erodibilidade (fator K) nula.
- **1 : Ligeiro** – terras com discreta suscetibilidade à erosão. Possui solos com relevo plano (0-3%), admitindo-se uma erodibilidade (fator K) associada com grau ligeiro ou até moderado. Para o caso de solos com relevo suave ondulado (3-8%), a erodibilidade associada não deverá ser superior ao grau ligeiro.
- **2 : Moderado** – terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Possui solos que apesar de ocorrerem em relevo plano (0-3%), a sua erodibilidade (fator K) apresenta-se com grau forte. Para o caso de solos com relevo suave ondulado (3-8%), a erodibilidade associada deverá ter grau moderado e, no caso, de solos com relevo moderadamente ondulado (8-13%), o grau de limitação da sua erodibilidade deverá ser nulo.
- **3 : Forte** – terras que apresentam acentuada suscetibilidade à erosão. Possui solos com relevo plano (0-3%), porém com uma elevada erodibilidade (fator K), classificada como de grau muito forte. Para os solos de relevo suave ondulado (3-8%), a sua erodibilidade apresenta-se com grau forte. Nos solos com relevo moderadamente ondulado (8-13%), a erodibilidade admitida refere-se aos graus ligeiro ou moderado, ao passo que nos solos de relevo ondulado (13-20%) o grau de erodibilidade deve ser nulo.
- **4 : Muito Forte** - terras com suscetibilidade à erosão muito acentuada. Possui solos com relevo suave ondulado (3-8%), contudo a sua erodibilidade (fator K) apresenta-se com grau muito forte. Os solos com relevo moderadamente ondulado (8-13%) têm uma erodibilidade associada com graus forte ou muito forte. Para o caso de solos com relevo ondulado (13-20%), a erodibilidade associada tem relevante significado, pois é determinante já a partir do grau ligeiro. Nos solos com relevo montanhoso e escarpado (>45%), associados a qualquer grau de erodibilidade, pois nessa declividade os riscos ambientais são extremos.

Impedimento à mecanização: m

Na avaliação das terras, referente ao impedimento à mecanização, considerou-se a combinação “pedregosidade/rochosidade x declividade”, dada a grande importância desses atributos, no que tange ao uso e manejo das terras.

Os critérios adotados para pedregosidade/rochosidade, foram com base em Lepsch, et al. (1991) e Lemos & Santos (1996), que definem pedregosidade como a proporção de fragmentos grosseiros (calhaus: 2 - 20 cm de diâmetro; matacões: 20 - 100 cm de diâmetro) sobre a superfície e/ou na massa do solo; e rochosidade diz respeito à exposição de rochas (> 100 cm de diâmetro), conforme a Tabela 11.

Os graus de limitação para o atributo impedimento à mecanização (pedregosidade/rochosidade x declividade) foram estabelecidos, conforme demonstrado na Tabela 12.

A análise do fator impedimento à mecanização tem maior relevância no nível de manejo C, uma vez que este nível avançado contempla o uso de máquinas e implementos agrícolas nas diversas fases de preparo e uso das terras.

Tabela 11. Graus de limitação referentes à rochosidade e/ou pedregosidade = *r*

Graus de Limitação	Rochosidade (% exposição rochosa em relação à massa do solo)	Pedregosidade (% de fragmentos grosseiros em relação à massa do solo)
0 : Nulo	Sem rochas	Sem fragmentos
1 : Ligeiro	< 2	< 15
2 : Moderado	2 a 15	15 a 50
3 : Forte	15 a 50	50 a 75
4 : Muito Forte	> 50	> 75

Fonte : Lepsch et al. (1991) ; Lemos & Santos (1996).

Tabela 12. Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = *m* (declividade x rochosidade e/ou pedregosidade).

Declividade		Relevo	Rochosidade e/ou pedregosidade				
			Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito forte
Classe	(%)	Tipo	Graus de Limitação *				
A	0 a 3	Plano	0	1	3	4	4
B	3 a 8	Suave ondulado	1	2	4	4	4
C	8 a 13	Moderadamente ondulado	2	3	4	4	4
D	13 a 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 a 45	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 45	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

Fonte: adaptações de Giboshi (1999); e Ramalho-Filho & Beek (1995).

* Graus de Limitação: 0 = Nulo ; 1 = Ligeiro ; 2 = Moderado ; 3 = Forte ; 4 = Muito Forte.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** – terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipo de máquinas e implementos agrícolas de uso comum, e com o máximo rendimento. Apresentam relevo plano, com declividade inferior a 3% e ausência de rochosidade/pedregosidade.
- **1 : Ligeiro** – terras que permitem o emprego de todo tipo de máquinas e implementos agrícolas, durante praticamente todo o ano. Possuem relevo plano, com rochosidade/pedregosidade em grau ligeiro, ou relevo suave ondulado (declividade varia entre 3 a 8%), com rochosidade/pedregosidade em grau de limitação nulo.
- **2 : Moderado** – terras que não permitem o emprego de máquinas e implementos agrícolas, utilizados comumente, durante grande parte do ano. Terras com declividade de 3 a 8%, com grau ligeiro quanto à rochosidade/pedregosidade, ou com declividade de 8 a 13%, porém com grau de limitação nulo, quanto à rochosidade/pedregosidade.
- **3 : Forte** – terras que apresentam sérias restrições ao emprego de máquinas e implementos agrícolas de uso comum. Permitem, em quase sua totalidade, o uso de tração animal e máquinas especiais. Podem apresentar relevo plano, com declividade de 0 a 3%, porém, possuem limitação de grau moderado, no tocante à rochosidade/pedregosidade. Ou podem apresentar declividade de 8 a 13%, com grau de limitação quanto à rochosidade/pedregosidade ligeiro. Podem também possuir relevo, com declividade de 13 a 20%, desde que apresente grau nulo de rochosidade/pedregosidade.
- **4 : Muito Forte** - terras impróprias para mecanização em qualquer época do ano, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Terras que apresentam condições muito adversas à mecanização (por declividade ou rochosidade/pedregosidade, ou ambos), permitindo somente o uso de máquinas especiais. Nos relevos menos movimentados, como o suave ondulado e moderadamente ondulado, a limitação ocorre devido à presença de rochosidade/pedregosidade com grau moderado a muito forte. Nos relevos muito acidentados – forte ondulado, montanhoso e escarpado, cuja declividade varia de 20 a 45% e acima de 45%, respectivamente, a limitação se dá pelas próprias condições de relevo, além das limitações predominantemente moderadas à muito forte, quanto à rochosidade/pedregosidade.

Profundidade efetiva: p

Atributo diagnóstico, também utilizado na avaliação de vários outros atributos. Refere-se à profundidade máxima que as raízes penetram livremente no corpo do solo, em razoável número, sem impedimentos, propiciando às plantas suporte físico e condições para absorção de água e nutrientes. É chamada atenção para o fato de que a profundidade efetiva nem sempre se limita à profundidade do **sólum** (horizontes A + B), podendo, inclusive, ultrapassá-la (Marques, 1971; Lepsch et al., 1991; Curi, 1993).

Na profundidade efetiva leva-se em conta basicamente o aspecto biológico, onde seu limite inferior está definido pelos limites da ação das forças biológicas e climáticas. Na avaliação desse atributo diagnóstico, foram utilizadas as classificações de profundidade estabelecidas por Lepsch, et al. (1991) e Embrapa-CNPS (1999), conforme demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13. Graus de limitação referentes à profundidade efetiva do solo = p

Grau de Limitação	Profundidade efetiva do solo – p	
	Classe	Profundidade (cm)
0 : Nulo	Muito Profundo	> 200
1 : Ligeiro	Profundo	100 a 200
2 : Moderado	Moderadamente Profundo	50 a 100
3 : Forte	Raso	25 a 50
4 : Muito Forte	Muito raso	< 25

Fonte : Lepsch et al. (1991) ; Embrapa-CNPS (1999).

➤ **Graus de Limitação**

- **0 : Nulo** – terras constituídas por solos muito profundos, sem nenhuma restrição importante quanto ao uso de máquinas e implementos agrícolas durante o ano todo.
- **1 : Ligeiro** – terras que apresentam solos profundos e que permitem, com discreta limitação, o uso da maioria das máquinas agrícolas durante, praticamente, o ano todo.
- **2 : Moderado** – terras que apresentam solos qualificados como moderadamente profundos, possuindo restrições moderadas quanto ao uso de mecanização agrícola.
- **3 : Forte** – terras que apresentam solos qualificados como rasos, permitindo apenas, em casos especiais, o uso de implementos de tração animal.
- **4 : Muito Forte** - terras constituídas por solos muito rasos, que não permitem qualquer tipo de mecanização, mesmo o uso de implementos de tração animal.

Fator climático: c

O clima tem importante significado em quase todas as fases das atividades agrícolas. Pode auxiliar desde a seleção de áreas para instalação de culturas e experimentos agrícolas até o planejamento a curto ou a longo prazo das atividades agrícolas, inclusive de práticas de manejo e conservação do solo (Moreira, 1992).

As limitações climáticas (c) para a área de estudo, foram avaliadas a partir da análise de seus dados meteorológicos. Dentre os diversos atributos que poderiam ser utilizados para a caracterização climática, optou-se pelo índice de aridez (Ia), o qual representa um dado de síntese expressando a relação entre a deficiência hídrica e a evapotranspiração potencial do período, ou seja, é a deficiência hídrica expressa em percentagem da evapotranspiração potencial (necessidade). Foi obtido pela fórmula:

$$Ia = \frac{100 \text{ def}}{EP}$$

Onde :

Ia (%) = índice de aridez (no período considerado)

def (mm) = deficiência hídrica

EP (mm) = evapotranspiração potencial

O índice de aridez (Ia) varia entre 0 e 100. É 0 (zero) quando não existe déficit, e 100 quando a deficiência iguala-se à evapotranspiração potencial.

Utilizou-se este índice, visando aprimorar a avaliação das terras. Os graus de limitação foram estabelecidos a partir de uma análise combinada entre o "Ia" e o número de meses com deficiência hídrica, conforme a Tabela 14. Com isto, além de apresentar uma informação mais precisa, evitou-se que regiões com idênticos número de meses secos (porém, com "Ia" diferentes, ou vice-versa), fossem avaliadas com o mesmo grau de restrição. Foi considerado o valor de 5mm, como limite mínimo para caracterizar um mês com deficiência hídrica.

Tabela 14. Graus de limitação referentes ao fator climático = c (n° de meses com deficiência hídrica x Índice de aridez - Ia).

Número de meses com deficiência hídrica**	Índice de Aridez - Ia (%)				
	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
Graus de Limitação*					
< 1	0	0	1	2	3
1 a 2	0	1	2	3	4
3 a 5	1	2	3	4	4
6 a 8	2	3	4	4	4
> 8	3	4	4	4	4

Fonte: Moreira, 1992

* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

** Na área de estudo, o período máximo de deficiência correspondeu a 5 meses.

Obs: na Tabela acima, foi considerado períodos de deficiência mais abrangentes (superiores à 8 meses), embora na área de estudo o período máximo não tenha ultrapassado à 5 meses.

➤ Graus de Limitação

- **0 : Nulo** – terras que não apresentam restrições climáticas, no que tange à oferta de água às plantas, durante todo o ano. Podem apresentar períodos com deficiência hídrica de até 2 meses, porém, o total de déficit deve ser inferior à 20% da evapotranspiração potencial no período (índice de aridez : Ia < 20%). Ou, pode ocorrer períodos mais curtos de deficiência hídrica (< 1 mês), que admite nesse período um total de déficit hídrico inferior a 40% da evapotranspiração potencial (Ia < 40%).
- **1 : Ligeiro** – terras que apresentam restrições climáticas pouco acentuadas, quanto à oferta de água às plantas. Podem apresentar deficiência hídrica variando de 40% a 60% da evapotranspiração potencial no período (Ia = 40% - 60%), desde que seja por curto período de tempo (< 1 mês). Em períodos de deficiência maiores (1 a 2 meses), o total de déficit hídrico deve representar 20% a 40% da evapotranspiração potencial do período (Ia = 20% - 40%). E no caso de períodos ainda mais longos de deficiência hídrica (3 a 5 meses), o total dessa deficiência não deve ultrapassar os 20% da evapotranspiração potencial do período (Ia < 20%).
- **2 : Moderado** – terras com acentuada restrição climática, caracterizada por períodos mais longos de deficiência hídrica, acompanhados de totais mais baixos dessa deficiência, ou opostamente, isto é, períodos mais curtos com totais mais elevados de deficiência hídrica. Portanto, nessas terras pode ocorrer período de deficiência variando de 6 a 8 meses, com total de déficit inferior a 20% da evapotranspiração do período (Ia < 20%); ou período menos longo de deficiência (3 a 5 meses), com total de déficit entre 20% a 40% da evapotranspiração potencial do período (Ia = 20% - 40%); ou período curto de deficiência (1 a 2 meses), com total de déficit entre 40% e 60% da evapotranspiração do período (Ia = 40% - 60%); ou período muito curto de deficiência hídrica (< 1 mês), com total de déficit entre 60% e 80% da evapotranspiração potencial do período (Ia = 60% - 80%).
- **3 : Forte** – terras com restrições climáticas fortes, caracterizadas predominantemente por longos ou curtos períodos de deficiência hídrica, com médios e altos totais dessa deficiência. Ocorre em terras com período deficiência hídrica superior a 8 meses, porém, o total desse déficit não deve ultrapassar 20% da evapotranspiração potencial do período (Ia < 20%); ou quando o período de deficiência hídrica variar de 6 a 8 meses e o total desse déficit representar 20% a 40% da evapotranspiração potencial, do mesmo período (Ia = 20% - 40%); ou em períodos de 3 a 5 meses de deficiência, com total de déficit variando de 40% a 60% da evapotranspiração potencial (Ia = 40% - 60%); ou em períodos de 1 a 2 meses de deficiência, com total de déficit variando de 60% a 80% da evapotranspiração potencial (Ia = 60% - 80%); ou, ainda, período de deficiência hídrica < 1 mês, com total de déficit entre 80% e 100% da evapotranspiração potencial do período (Ia = 80% - 100%).

- **4 : Muito Forte** - terras com restrições climáticas severas, caracterizadas pela ocorrência dominante de períodos longos de deficiência hídrica e elevados totais dessa deficiência. Essa limitação ocorre em terras, cujo total de deficiência hídrica representa 20% a 40% da evapotranspiração potencial ($I_a = 20\% - 40\%$), em períodos superiores a 8 meses; ou em terras com total de deficiência hídrica variando de 40% a 80% da evapotranspiração potencial ($I_a = 40\% - 80\%$), em períodos superiores a 6 meses; ou, ainda, quando a deficiência representar 80% a 100% da evapotranspiração potencial ($I_a = 80\% - 100\%$), a partir de períodos superiores a 1-2 meses.

Fator declividade: c

No mapa de curvas de nível (formato DXF), extraído das cartas planialtimétricas do IBGE, na escala 1:50.000 (eqüidistância de curvas de nível de 20 m), foi feita a conversão para o formato ASCII, mediante o aplicativo DXFCON (Santos, 1998). Esse arquivo foi importado para o SURFER, onde se procedeu à interpolação pelo método de Curvatura Mínima, obtendo-se o Modelo Digital de Terreno (MDT). O MDT foi posteriormente importado para o software IDRISI, tornando possível gerar as classes de declividade, conforme Tabela 15.

Tabela 15. Classes de declividade e tipo de relevo da quadrícula de Ribeirão Preto – SP.

Declividade		Relevo
Classe	(%)	Tipo
A	0 a 3	Plano
B	3 a 8	Suave ondulado
C	8 a 13	Moderadamente ondulado
D	13 a 20	Ondulado
E	20 a 45	Forte ondulado
F	> 45	Montanhoso e escarpado

Fonte: adaptado de Ramalho-Filho & Beek (1995).

Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

Na avaliação da aptidão agrícola utilizou-se o método preconizado pelo “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras” (Ramalho-Filho & Beek, 1995), acrescido de modificações a partir da proposta de incorporação, ajustes e atualizações de atributos diagnósticos, conforme Pereira (2002).

Dentre as modificações propostas, destaca-se o estabelecimento de valores e/ou intervalo de valores à todos os atributos diagnósticos considerados na avaliação, ou seja: **n** = nutrientes; **a** = alumínio; **f** = fósforo; **w** = água; **o** = oxigênio; **e** = erosão; **m** = mecanização; **c** = fator climático; **p** = profundidade efetiva; **K** = erodibilidade do solo (fator K); **r** = rochosidade e/ou pedregosidade (Tabelas 4 à 14).

Além da parametrização e introdução de forma direta de novos atributos (erodibilidade do solo, fixação de fósforo, fator climático, água disponível, pedregosidade/rochosidade e profundidade efetiva), adotou-se também, em várias ocasiões, avaliações combinadas entre dois ou mais atributos diagnósticos como foi o caso (por exemplo) do fator suscetibilidade à erosão, que foi avaliado com base na declividade associada à erodibilidade dos solos.

No Quadro-guia, também chamado de quadro de conversão, procedeu-se uma adaptação passando para o formato numérico, de maneira que os graus de limitação **Nulo (N)**, **Ligeiro (L)**, **Moderado (M)**, **Forte (F)** e **Muito Forte (MF)**, estão representados pelos **números: 0, 1, 2, 3 e 4**, respectivamente (Quadro 1). Dentre as vantagens, destaca-se a possibilidade em associar o grau de limitação ao(s) atributo(s) limitante(s), fato que além de resultar numa apresentação de simbologia mais abrangente e de fácil leitura, possibilita a recomendação de manejo mais adequado para cada caso encontrado. Exemplo: **símbolo “f3w2”** = representa situações em que o fator de limitação é a deficiência de fertilidade (**f**), com grau de limitação forte (**3**); e fator de limitação deficiência de água (**w**), com grau de limitação moderado (**2**), conforme o Anexo 1.

Outra modificação na metodologia refere-se ao grupo 6, correspondente à Preservação da Fauna e Flora. Propõe-se duas formas de representação para este grupo, de acordo com os casos previstos nas avaliações, ou seja (Quadro 1):

- a) **símbolo “6 FF”** – áreas de preservação da fauna e flora, protegidas por Lei (exemplo: parques, reservas, estações ecológicas, florestas nacionais, áreas de proteção ambiental – APAs, entre outras);
- b) **símbolo “6 ff”** – áreas de preservação da fauna e flora, em função de sua fragilidade ambiental, decorrente de condições especiais de solo e/ou relevo e/ou clima.

Com isto imprimiu-se maior uniformidade na representação dos subgrupos (tornando todos alfanuméricos), com nítida distinção entre grupo (6) e subgrupo (6FF ou 6ff). Além disso, facilitou a indicação e representação diferenciada entre as áreas protegidas por lei, daquelas que devem ser preservada por condições especiais de fragilidade ambiental, identificadas nas avaliações.

É importante destacar que não foi realizado dois tipos de avaliação da aptidão agrícola (metodologia de uso corrente e metodologia com modificações), visto que a comparação de métodos não fazia parte dos objetivos deste trabalho. Além disso, as propostas de modificações e incorporações feitas, devem ser entendidas como “propostas de contribuições metodológicas”, necessitando de maiores discussões, visando o aperfeiçoamento contínuo do método.

Quadro 1 - Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras.

Aptidão Agrícola			Graus de limitação* das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C															Tipo de Utilização	
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento à Mecanização				Indicado
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
1	1ABC	Boa	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	2	1	0	Lavouras	
2	2abc	Regular	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	2	1		
3	3(abc)	Restrita	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	1	3	3	2		
4	4P	Boa	2			2			3			2			3			Pastagem Plantada	
	4p	Regular	3			3			3			3			3				
	4(p)	Restrita	3			3			3			4			3				
5	5S	Boa	2			2			1			3			2			Silvicultura e/ou Pastagem Natural	
	5s	Regular	3			3			1			3			3				
	5(s)	Restrita	4			3			2			4			3				
	5N	Boa	2			2			3			3			4				
	5n	Regular	3			3			3			3			4				
	5(n)	Restrita	4			4			3			3			4				
6	6FF	Sem apt. agrícola	Restrição de ordem Legal (áreas de proteção por Lei)															Preservação da Fauna e Flora	
	6f f		Restrição por condições agroambientais (relevo e/ou solo e/ou clima)																

Fonte: Quadro-guia adaptado de Ramalho Filho & Beek, 1995.

* Graus de limitação : 0 = Nulo
 1 = Ligeiro
 2 = Moderado
 3 = Forte
 4 = Muito Forte

NOTAS : - A metodologia considera o nível 1, de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras, para os graus de limitação no Sistema de Manejo B; e nível de viabilidade de melhoramento 2, para o Sist. de Manejo C.
 - Fatores que admitem melhoramento (Sistemas de manejo B e C): deficiência de fertilidade; excesso de água; e suscetibilidade á erosão.

Resultados e Discussão

A avaliação da aptidão agrícola das terras encontra-se no Anexo 1. Na tabela 16 está o resumo da avaliação da aptidão agrícola, onde pode ser visto o cenário qualitativo e quantitativo da potencialidade agrícola da área de estudo.

Tabela 16. Classes de aptidão agrícola das terras, com suas respectivas áreas, na quadrícula de Ribeirão Preto – SP (níveis de manejo B e C).

Classe de aptidão	Área	
	Hectare	%
1BC	6.853,9	2,48
1bC	74.515,0	26,95
1(b)C	91.226,5	33,00
2(b)c	32.296,3	11,69
3(bc)	9.984,8	3,61
4P	330,8	0,12
4p	6.998,5	2,53
4(p)	11.397,4	4,12
5N	92,9	0,04
5n	14.499,5	5,24
5(sn)	4.738,7	1,71
5(n)	4.944,0	1,79
6 ff	8.212,2	2,97
Área urbana	8.893,4	3,22
Corpos d'água	1.467,4	0,53
Área Total	276.451,3	100,00

Com base nos resultados da avaliação da aptidão agrícola, verificou-se que a área de estudo apresentou-se com elevada potencialidade agrícola, onde 77,73% (214.876,5 ha) de suas terras são adequadas para o uso com lavouras. Para uso com atividades menos intensivas, encontrou-se um total de 15,55%, sendo 6,77% (18.726,7 ha) indicadas para pastagem plantada e 8,78% (24.275 ha) para as atividades de silvicultura e/ou pastagem natural. As áreas sem aptidão agrosilvipastoril, devendo ser destinadas à preservação da fauna e da flora, representam 2,97% (8.212,2). As demais áreas da quadrícula são representadas pelas áreas urbanas (3,22% ou 8.893,4 ha) e corpos d'água (0,53% ou 1.467,4 ha), conforme a Fig. 6.

Este cenário, quando analisado a partir de comparações entre os níveis de manejo, apresenta-se com outra configuração, em termos de disponibilidade de área para lavouras, ou seja:

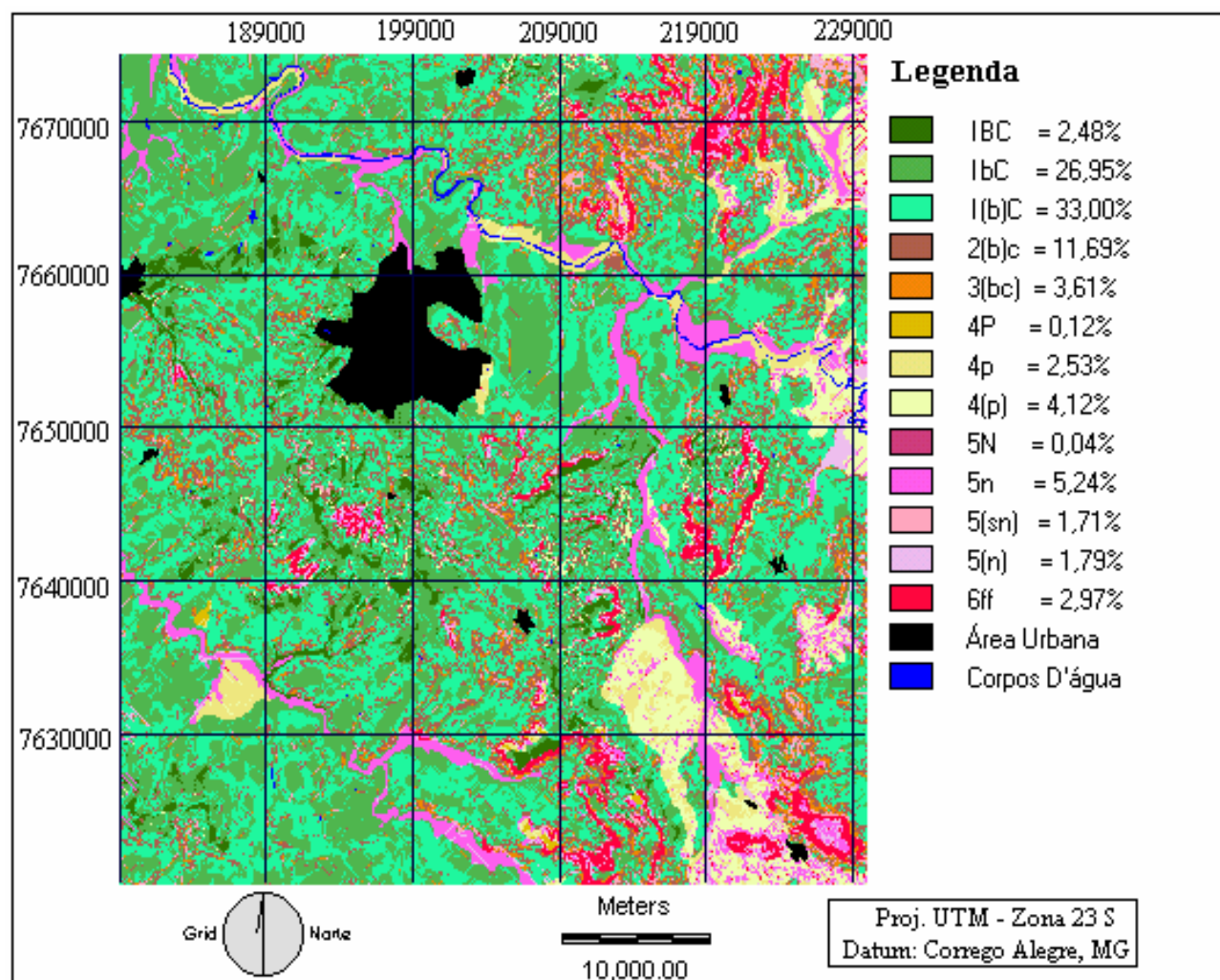


Fig. 6. Mapa de aptidão agrícola das terras da área de estudo (níveis de manejo B e C).

No nível de manejo B, há uma forte redução das áreas de potencial mais elevado, tendo-se apenas 2,48% (6.853,9 ha) na classe de aptidão boa, seguido por 26,95% (74.515,0) na classe regular e uma grande predominância de áreas com aptidão restrita, correspondentes à 48,30% (133.507,6 ha). Isto pode ser explicado, em grande parte, pela baixa fertilidade natural predominante dos solos, onde apenas cerca de 10% da área total possui fertilidade natural elevada (solos eutróficos). Além disso, há uma grande quantidade de solos ácricos (cerca de 26% ou 71.850,0 ha), que, à semelhança dos solos distróficos, necessitam de uso intensivo de insumos e tecnologia (aspectos estes, não prevalecentes no nível de manejo B), a fim de possibilitar um uso agrícola sustentável.

Por outro lado, no nível de manejo C, ocorre aproximadamente o inverso, ou seja, tem-se uma grande predominância de terras na classe de aptidão boa, equivalente à 62,43% (172.595,4 ha), seguido por 11,69% (32.296,3 ha) na classe regular e apenas 3,61% (9.984,8 ha) pertencentes à classe de aptidão restrita. Neste sistema de manejo, caracterizado pela adoção intensiva de tecnologia, capital e insumos, a maioria das limitações existentes podem ser contornadas, o que possibilita um aumento de áreas que podem ser incorporadas ao processo produtivo da região.

Conclusões

De acordo com os métodos e técnicas utilizados no presente trabalho e levando-se em conta os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A avaliação da aptidão agrícola, após a incorporação e ajustes de atributos diagnóstico, revelou que a área estudada possui elevada potencialidade de uso agrícola, favorecida sobretudo pela boas condições de solo e relevo.
- A maior parte da área (cerca de 78%) apresentou-se com potencial para uso com lavouras; cerca de 15% teve a melhor indicação para atividades menos intensiva, como a pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural; ficando o restante como área de preservação da flora e fauna, por restrição de solo e relevo (cerca de 3%), além dos núcleos urbanos e corpos d'água que corresponderam a aproximadamente 4%.
- Numa análise global sobre as condições da área, foi verificado que trata-se de um ambiente com boas qualidades agroambientais. Estas condições são expressadas principalmente pela elevada extensão de terras aptas ao uso agrícola.
- O sistema de aptidão agrícola constitui-se num importante instrumento metodológico de avaliação das terras. Tem sido empregado na interpretação de levantamentos pedológicos, com diferentes níveis (do nível exploratório ao nível detalhado), tanto pela Embrapa quanto por outras instituições (universidades, empresas estaduais, empresas privadas,...), possibilitando a avaliação das potencialidades dos solos brasileiro, bem como subsidiando planos, projetos e programas voltados ao desenvolvimento sustentável.

Referências

- ARRUDA, F. B.; ZULLO JR., J.; OLIVEIRA, J. B. de. Parâmetros de solo para o cálculo da água disponível com base na textura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 11, p. 11-15, 1987.
- BEEK, K. J. **Recursos naturais e estudos perspectivos a longo prazo**: notas metodológicas. Brasília: SUPLAN, 1975. 69 p. Mimeografado.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/FAO, 1964. 49 p. Mimeografado.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.
- CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1993. 90 p.
- EMBRAPA-CNPS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa -SPI, 1999. 412 p.
- GIBOSHI, M. L. **Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra**. 1999. 77 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Produção Agropecuária) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal digital do Brasil, situação em 1997**. Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acesso em: 05 nov. 2001.
- IPT. Instituto De Pesquisas Tecnológicas. **Mapa de erosão do Estado de São Paulo**. 1. ed. São Paulo, IPT, 1995. Mapa. Escala 1:1.000.000.
- LEMONS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: SBCS, 1996. 84 p.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação**. Campinas: SBCS, 1991. 175 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARQUES, J. Q. de A. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3ª aproximação**. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 1971. 433 p.

MOREIRA, H. J. da C. **Sistema agroclimatológico para o acompanhamento das culturas irrigadas**. Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação, 1992. 90 p.

OLIVEIRA, J. B. de; BERG, M. van den. **Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras. II. Memorial descritivo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1985. 60 p. (IAC. Boletim Técnico, 102).

OLIVEIRA, J. B. de; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Ribeirão Preto. II. Memorial descritivo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 133 p. (IAC. Boletim Científico, 7).

OLIVEIRA, J. B. de; SOSA, S. M. B. **Sistema de clasificación de la aptitud agroecológica de la tierra (S. C. A. A. T.) para la región oriental del Paraguay (1ª aproximación)**. Assunción, Paraguay: UMA: FCA: CIF; GTZ, 1995. 77 p.

PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica**. 2002. 122 p. Tese (Doutorado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

RAMALHO-FILHO, A.; TOMASI, J. M. G.; CAMARGO, M. N.; ALMEIDA, N. da C.; ROSATELLI, J. S.; MOTCHI, E. P.; AMARAL, J. A. M. do; FREITAS, F. G. de; MOURA, E. M.; PALMIERI, F.; SANTOS, H. G dos; FAUSTINO NETO, M. **Interpretação para uso agrícola dos solos da zona de Iguatemi, Mato Grosso**. Rio de Janeiro: EPFS:EPE-Ministério da Agricultura, 1970 (Boletim Técnico, 10).

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

SANTOS, M. **DXFCON v.2.0, conversor de dados planialtimétricos (AUTOCAD – SURFER)**. Campinas: FEAGRI-UNICAMP, 1998.

TOMASI, J. M. G.; RAMALHO-FILHO, A. **Aptidão agrícola dos solos do sul do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro: DNPEA-DPP- Ministério da Agricultura, 1971. 72 p (Boletim Técnico, 19).

ANEXO 1: Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

Classificação da aptidão agrícola das terras da quadrícula de Ribeirão Preto – SP.

Símbolo da Classe de Solo	Classe de Declividade	Avaliação dos Fatores de Limitação com seus respectivos Atributos Diagnósticos														Aptidão Agrícola das Terras	
		(Níveis de Manejo B e C)															
		Deficiência de Fertilidade						Deficiência de Água		Excesso de Água		Suscetib. à Erosão		Impedim. à Mecaniz.		Classe de Aptidão	Atributo Limitante e Grau de Limitação
		n		a		f		w		o		e		m			
B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C				
LVef	A	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1 BC	f3 w2
	B	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	1	1	0	1	1 bC	f3 w2
	C	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	2	2	1	2	1 (b)C	f3 w2 e2 m2
	D	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	3	3	2	3	2 (b)c	f3 w2 e3 m3
	E	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	4	4	3	4	4 (p)	f3 w2 e4 m4
	F	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	4	4	4	4	5 n	f3 w2 e4 m4
LVdf	A	2	0	1	0	3	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1 bC	n2 f3
	B	2	0	1	0	3	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n2 f3
	C	2	0	1	0	3	0	1	1	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n2 f3 e2 m2
	D	2	0	1	0	3	0	1	1	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n2 f3 e3 m3
	E	2	0	1	0	3	0	1	1	0	0	4	4	3	4	5 (sn)	n2 f3 e4 m4
	F	2	0	1	0	3	0	1	1	0	0	4	4	4	4	5 (n)	n2 f3 e4 m4
LVdf	A	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1 bC	n2 f3
	B	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n2 f3
	C	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n2 f3 e2 m2
	D	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n2 f3 e3 m3
LVwf	A	3	0	1	0	3	0	2	2	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 f 3 w2
	B	3	0	1	0	3	0	2	2	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 f3 w2
	C	3	0	1	0	3	0	2	2	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n3 f 3 w2 e2 m2
	D	3	0	1	0	3	0	2	2	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n3 f 3 w2 e3 m3
	E	3	0	1	0	3	0	2	2	0	0	4	4	3	4	5 (sn)	n3 f3 w2 e4 m4
	F	3	0	1	0	3	0	2	2	0	0	4	4	4	4	5 (n)	n3 f3 w2 e4 m4

(Continua)

(Continua)

Símbolo da Classe de Solo	Classe de Declividade	Avaliação dos Fatores de Limitação com seus respectivos Atributos Diagnósticos														Aptidão Agrícola das Terras	
		(Níveis de Manejo B e C)															
		Deficiência de Fertilidade						Deficiência de Água		Excesso de Água		Suscetibil. à Erosão		Impedimento à Mecanização			
		n		a		f		w		o		e		m		Classe de Aptidão	Atributo Limitante e Grau de Limitação
		B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C		
LVef	A	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	1	1	0	1	4 P	f3
	B	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	1	1	1	2	4 p	f3 m2
	C	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	2	2	2	3	4 (p)	f3 e2 m2
	D	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	3	3	3	4	5 n	f3 e3 m4
	E	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	4	4	4	4	5 (n)	f3 e4 m4
LVAd(a)	A	3	0	3	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3
	B	3	0	3	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 a3
	C	3	0	3	0	1	0	1	1	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n3 a3 e2 m2
	D	3	0	3	0	1	0	1	1	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n3 a3 e3 m3
	E	3	0	3	0	1	0	1	1	0	0	4	4	3	4	5 (sn)	n3 a3 e4 m4
LVAd(a)	A	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3
	B	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 a3
	C	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n3 a3 e2 m2
	D	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n3 a3 e3 m3
	E	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	4	4	3	4	5 (n)	n3 a3 e4 m4
LVAd(a)	A	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3 f2
	B	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 a3 f2
	C	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n3 a3 f2 e2 m2
LVAd(a)	A	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3 f2

(Continua)

(Continua)

Símbolo da Classe de Solo	Classe de Declividade	Avaliação dos Fatores de Limitação com seus respectivos Atributos Diagnósticos														Aptidão Agrícola das Terras	
		(Níveis de Manejo B e C)															
		Deficiência de Fertilidade						Deficiência de Água		Excesso de Água		Suscetibilid. à Erosão		Impedimento à Mecanização		Classe de Aptidão	Atributo Limitante e Grau de Limitação
		n		a		f		w		o		e		m			
B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C				
LAd(a)	A	3	0	3	0	1	0	-	-	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3
	B	3	0	3	0	1	0	-	-	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 a3
	C	3	0	3	0	1	0	-	-	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n3 a3 e2 m2
	D	3	0	3	0	1	0	-	-	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n3 a3 e3 m3
	E	3	0	3	0	1	0	-	-	0	0	4	4	3	4	5 (n)	n3 a3 e4 m4
LAd(a)	A	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3
	B	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 a3
	C	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2 (b)c	n3 a3 e2 m2
	D	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	3	3	2	3	3 (bc)	n3 a3 e3 m3
LAd(a)	B	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1 (b)C	n3 a3
LAd(a)	A	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a2
LAd(a)	A	3	0	3	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1 bC	n3 a3
NVef	A	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1 BC	f3
	B	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1 bC	f3
	C	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	2	2	1	2	1 (b)C	f3 e2 m2
	D	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	3	3	2	3	2 (b)c	f3 e3 m3
	E	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	4	4	3	4	5 (sn)	f3 e4 m4
MTf	C	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	3	3	1	2	2 (b)c	f2 w2 e3 m2
	D	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	4	4	2	3	3 (bc)	f2 w2 e4 m3
	E	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	4	4	3	4	5 N	f2 w2 e4 m4

(Continua)

(Continua)

Símbolo da Classe de Solo	Classe de Declividade	Avaliação dos Fatores de Limitação com seus respectivos Atributos Diagnósticos														Aptidão Agrícola das Terras	
		(Níveis de Manejo B e C)															
		Deficiência de Fertilidade						Deficiência de Água		Excesso de Água		Suscetibilid. à Erosão		Impedimento à Mecanização		Classe de Aptidão	Atributo Limitante e Grau de Limitação
		n		a		f		w		o		e		m			
B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C		
RQo	A	4	0	2	0	0	0	3	3	0	0	1	1	1	2	4 p	n4 a2 w3 m2
	B	4	0	2	0	0	0	3	3	0	0	2	2	2	3	4 (p)	n4 a2 w3 e2 m3
	C	4	0	2	0	0	0	3	3	0	0	3	3	3	4	5 n	n4 a2 w3 e3 m4
	D	4	0	2	0	0	0	3	3	0	0	4	4	4	4	5 (n)	n4 a2 w3 e4 m4
	E	4	0	2	0	0	0	3	3	0	0	4	4	4	4	6 ff	n4 a2 w3 e4 m4
	F	4	0	2	0	0	0	3	3	0	0	4	4	4	4	6 ff	n4 a2 w3 e4 m4
GMd	A	4	0	4	0	0	0	-	-	3	0	3	3	2	3	5 n	n4 a4 o3 e3 m3
	B	4	0	4	0	0	0	-	-	3	0	4	4	3	4	5 (n)	n4 a4 o3 e4 m4
GXd	A	4	0	4	0	0	0	-	-	3	0	3	3	2	3	5 n	n4 a4 o3 e3 m3
OXs	A	4	0	4	0	0	0	-	-	3	0	3	3	2	3	5 n	n4 a4 o3 e3 m3
	B	4	0	4	0	0	0	-	-	3	0	4	4	3	4	5 (n)	n4 a4 o3 e4 m4
RLe	A	0	0	0	0	0	0	-	-	1	1	3	3	3	4	5 n	e3 m4
	B	0	0	0	0	0	0	-	-	1	1	4	4	4	4	5 n	e3 m4
	C	0	0	0	0	0	0	-	-	1	1	4	4	4	4	5 (n)	e3 m4
	D	0	0	0	0	0	0	-	-	1	1	4	4	4	4	6 ff	e3 m4
	E	0	0	0	0	0	0	-	-	1	1	4	4	4	4	6 ff	e3 m4
	F	0	0	0	0	0	0	-	-	1	1	4	4	4	4	6 ff	e3 m4
CXd	A	3	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	4 p	n3 o2 e2 m2
	B	3	0	1	0	0	0	0	0	2	2	3	3	3	3	4 (p)	n3 o2 e3 m3
	C	3	0	1	0	0	0	0	0	2	2	4	4	4	4	5 n	n3 o2 e4 m4



Meio Ambiente

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

