

Fragilidade das terras da bacia do rio Corumbataí ao uso de diferentes métodos para o preparo do solo

Antonio Carlos Cavalli*, Afonso Peche Filho, Francisco Lombardi Neto e Jener Fernando Leite de Moraes

Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), C.P. 28, 13001-970. Campinas, São Paulo, Brasil. *Author for correspondence. e-mail: acarloscavalli@msn.com

RESUMO. A maioria das práticas de preparo fragiliza a superfície do solo, promovendo impactos nas diferentes classes de solo e em diferentes condições de relevo. O presente trabalho mostra a aplicação do sistema de informação geográfica (SIG) para avaliar a expectativa de fragilidade das terras da bacia do rio Corumbataí, no Estado de São Paulo. Com base em dados de pesquisa, utilizou-se uma matriz de interação para relacionar os fatores: mecanização, classe de solo e declividade, gerando cartas temáticas que mostram a distribuição espacial e percentual das terras classificadas como fragilidade severa, alta, média, baixa e muito baixa. Foram analisados quatro tipos de preparo do solo: plantio direto, escarificação, aração e gradagem/rotovação. De acordo com tais resultados, concluiu-se haver expressiva conveniência na adoção dos sistemas de plantio direto e escarificação como forma de mitigar os impactos ambientais causados pela mobilização do solo ocasionada pelas práticas agrícolas na área estudada

Palavras-chave: mecanização, fragilidade das terras, sistema de informação geográfico, impacto ambiental.

ABSTRACT. Land fragility in the River Corumbataí basin through different methods of tillage. Since most tillage practices weaken the soil surface and cause impacts on different soil and slope types, research results in applying a methodology to evaluate presumed land fragility on the Corumbataí River Watershed, in São Paulo, Brazil, are provided. Based on research data, a matrix was used for correlating mechanization, soil type and slope factors. This resulted in thematic maps that show the spatial distribution and percentage for land fragility. The latter has been classified into severe, high, moderate, low and very low classes. Four types of tillage were analyzed: no tillage, chisel, moldboard plow and rotovator. According to results, one may conclude that a strong convenience exists in the adoption of no tillage and chiseling soil-preparing systems as a way of mitigating environmental impacts caused by soil mobilization due to agricultural management in the Corumbataí watershed.

Key words: mechanization, land fragility, geographic information system, environmental impact.

Os efeitos da mecanização do preparo de solos tropicais são objetos de estudos há várias décadas, principalmente no que se refere a perdas por erosão e produtividade das culturas, uma vez que a ação da ferramenta para revolvimento e mobilização causa impactos ambientais no local de trabalho.

A maioria das práticas de preparo do solo fragiliza a sua superfície, promovendo efeitos que causam impactos manifestados em diferentes graus, de acordo com a classe de solo e condições de relevo.

Os estudos relacionados com o planejamento agroambiental, principalmente aqueles que objetivam a previsão de impactos agrícolas, tomam cada vez mais importância, face a estratégia que fundamenta os trabalhos de planejamento e

desenvolvimento rural, com base em microbacias hidrográficas. Todavia, a área da mecanização agrícola carece de trabalhos que forneçam subsídios metodológicos voltados à obtenção de informações com base na probabilidade de ocorrência de impactos. A popularização do uso de Sistemas de Informações Geográficas no planejamento agroambiental propicia uma ampla abertura para o desenvolvimento de técnicas auxiliares nos estudos dos mais diferentes ambientes agrícolas.

Os levantamentos pedológicos constituem documentos básicos por excelência, fornecendo informações indispensáveis para elaboração de estudos interpretativos (Hecker Filho e Oliveira, 1992). Contudo, as camadas superficiais do solo estão

sujeitas à mudanças importantes em curto espaço de tempo, em decorrência da ação antrópica, enquanto os critérios taxonômicos utilizados em pedologia enfatizam sobretudo horizontes inferiores. Desta forma, ficam sem ser explicitadas nas classes taxonômicas e, conseqüentemente, nos levantamentos de solos executados em níveis exploratórios, as características das camadas superiores, que interessam particularmente ao planejamento e à execução das práticas de fertilização.

Segundo Lepsch (1994), existem vários tipos de levantamentos envolvendo identificação de solos, entre os quais os mais conhecidos são os pedológicos, os morfológicos e os utilitários. A utilização de um ou outro depende de vários fatores, entre os quais os recursos de trabalho, a acessibilidade de áreas e a finalidade a que se destina o levantamento. Seguramente, o relevo é o atributo do solo que mais influencia no desempenho de máquinas. Vieira *et al.* (1989) afirmam que o impedimento ao uso de implementos agrícolas depende principalmente do grau e forma do declive, presença ou ausência de pedregosidade, profundidade e textura, dentre os mais importantes.

Browning e Norton (1947), citados por Benatti Junior *et al.* (1983), relataram que o preparo do solo com aração proporcionou 3,5 vezes mais perda de terra, quando comparado com o preparo do solo efetuado com grade de discos. Marques (1950) relata os trabalhos realizados pela Seção de Conservação do Solo do Instituto Agrônomo (IAC) em um solo arenoso, com declive de 10%, comparando seis tratamentos de preparo e conclui que os sistemas de preparo do solo que deixam os restos de cultura na superfície são, em geral, melhores, do ponto de vista do controle da erosão, do que aqueles que incorporam tais restos.

Marques e Bertoni (1960) estudaram o efeito de tipos de preparo do solo na cultura do milho ocasionando maior ou menor revolvimento e concluíram que o sistema de preparo tem efeito significativo sobre as perdas de terra e de água. O tratamento “duas arações”, com arado de aiveca, resultou uma perda de terra de 14,6 t/ha e 5,7% da chuva anual em água escoada. Quando a aração foi superficial, com arado de aiveca sem a relha tombadora, a perda foi de 8,6 t/ha de terra arrastada e 5,0% da chuva anual em água escoada. Tais resultados mostram que o revolvimento deve ser limitado, caso contrário, aumentará a desagregação do solo e, conseqüentemente, as perdas por erosão.

Peche Filho (1998) desenvolveu estudos na microbacia do córrego São Joaquim, em Pirassununga, Estado de São Paulo, analisando a

expectativa de fragilidade das terras frente à adoção de diferentes sistemas de preparo do solo e concluiu que é possível classificar as terras de acordo com o grau de fragilidade que o sistema escolhido pode vir a impor nas diferentes áreas da microbacia.

Este trabalho apresenta a classificação de terras com base na fragilidade do solo causado pela adoção de quatro sistemas operacionais mecanizados, na bacia hidrográfica do rio Corumbataí, no Estado de São Paulo, Brasil.

Considerando esse fatos e apoiados nas constatações de que existe na bacia, agricultores praticando a mecanização do preparo do solo com diferentes métodos e tipos de máquinas, formularam-se duas hipóteses para o desenvolvimento dessa pesquisa. Uma hipótese afirma que, com o uso de um SIG, é possível melhorar a aplicabilidade da metodologia proposta por Peche Filho (1998), gerando uma classificação de terras específica para cada tipo de preparo do solo. Outra hipótese é que, através das cartas temáticas, é possível estabelecer e quantificar áreas críticas onde não é aconselhável o uso de mecanização para o preparo do solo.

Com o objetivo de testar a primeira hipótese, utilizou-se do SIG Idrisi para a elaboração das cartas temáticas mostrando a classificação das terras com base na expectativa da fragilidade do solo, considerando quatro sistemas de mecanização de preparo primário do solo. Para testar a segunda hipótese, o trabalho teve como objetivo cruzar as informações geradas nas cartas temáticas e identificar e quantificar as áreas de alta e severa fragilidade para qualquer tipo de mecanização.

Material e métodos

Localizada entre as coordenadas 22°00' a 22°45' S e 47°20' a 48°00' W, no Estado de São Paulo, Brasil, a área pesquisada, com 168.600 ha compreende a bacia do rio Corumbataí, afluente do rio Piracicaba (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de estudo

As bases cartográficas foram obtidas à partir de trabalho de risco de erosão na bacia do rio Piracicaba (Cavalli, 1999) em formato digital. O estudo de fragilidade foi baseado na metodologia proposta por Peche Filho (1998), que utiliza uma matriz tridimensional, denominada matriz C, desenvolvida por Dellaretti Filho (1996), para se proceder à análise matricial de dados, a fim de estruturar a interação ou as correlações existentes entre os fatores: tipo de solo, sistemas de preparo primário do solo ou sistemas de manejo do solo e declividade, no sentido de determinar os efeitos da fragilidade quanto ao impacto ambiental, a degradação do solo, a segurança do operador e qualidade operacional.

Para atribuição de valores para as diferentes classes de solo, fez-se o agrupamento das classes de solo, de acordo com seu grau de resistência à erosão, como sugerido por Lombardi Neto *et al.* (1989) (Tabela 1).

Tabela 1. Atribuição de valores (pesos) para interação matricial do fator classe de solos em função da resistência à erosão

Grupo	Peso	Classes de solo	Resistência à erosão
A	1	Latossolo vermelho Eutroférico ou Distroférico; Latossolo amarelo Distroférico e Latossolo amarelo Distroférico Húmico	alta
B	2	Latossolos vermelho e Latossolos amarelo textura média; Nitossolos amarelos e Nitossolos vermelhos; Argissolo Amarelo textura arenosa/média, média/média ou média/argilosa; Chernossolo argilúvico textura argilosa ou muito argilosa; Grupamentos Indiscriminados de Argissolos vermelhos textura argilosa.	moderada
C	3	Argissolos amarelos abrápticos textura média/argilosa ou arenosa/média; Grupamentos Indiscriminados de Argissolos amarelos abrápticos textura arenosa/média.	baixa
D	4	Cambissolos háplicos Distrofícos textura média; Neossolo quartzarênico	muito baixa

Fonte: Adaptado de Lombardi Netto *et al.* (1989) e Oliveira, (1999)

Para o fator sistemas de preparo primário do solo, Peche Filho (1998) propôs quatro grandes grupos assim denominados: plantio direto (PD), escarificação (E), aração (AR) (arado de discos e arado de aiveca) e gradagem pesada/rotação (GE). A valoração dos grupos de sistemas operacionais se deu principalmente em função da proporção de perdas de solo apresentadas em diferentes trabalhos de pesquisa, como é o caso de Lombardi Neto (1990), citado por Castro e De Maria (1993) que organizou um quadro de perdas de solo e água em cultura de milho sob diferentes sistemas de preparo em que é possível observar que, em determinadas condições de solo e declive, os sistemas tradicionais causam perdas de até 6,5 vezes maiores que os do plantio direto. Como o preparo do solo para a cana-

de-açúcar (cultura predominante na bacia) mobiliza o solo com máquinas e implementos utilizados no preparo convencional de milho (arado, grade, escarificador) e os períodos de preparo do solo são coincidentes tanto para a cana de ano com plantio em outubro a novembro (milho verão), como cana de ano e meio, com plantio de janeiro a março (milho safrinha), foi possível utilizar os mesmos valores, pela coincidência de tempo e semelhança de operações de preparo entre as duas culturas.

Nesse caso, atribuiu-se peso 1 ao plantio direto, assumindo-se que esse sistema é o que menos fragiliza a gleba. Para os demais sistemas, foram atribuídos pesos proporcionais à capacidade de cada um em fragilizar o solo, expondo a superfície ao escoamento de água e conseqüente arraste de solo. Para o sistema de escarificação, o valor adotado foi de peso 2, ou seja, essa operação fragiliza o solo numa intensidade duas vezes maior que o plantio direto. O sistema de preparo com aração recebeu um peso de valor 5, ou seja, em relação ao plantio direto a intensidade de fragilização é cinco vezes maior. Para o sistema de preparo com gradagem pesada/rotação o valor atribuído foi 7, representando uma intensidade de fragilização da ordem de sete vezes maior que o plantio direto (Tabela 2).

Para o fator declividade, Peche Filho (1998) analisou a influência do relevo nas questões relacionadas com a estabilidade lateral de tratores, principalmente em função da segurança do tratorista e a qualidade operacional. Assim, estabeleceu-se uma declividade máxima de 16% como limite para que o conjunto trator-implemento possa ter uma estabilidade dinâmica segura para operar em nível. Na matriz, foram utilizados valores de declives com intervalo de 2% em 2% até o limite de 16% (Tabela 3).

Tabela 2. Identificação dos grupos de sistemas operacionais e atribuição de valores (pesos) para interação matricial do fator sistemas operacionais de preparo do solo

Grupo de sistemas operacionais	Denominação	Peso	Exposição do solo
PD	plantio direto	1	Baixa
E	escarificação	2	Média
AR	aração	5	Alta
GE	Gradagem/rotação	7	Severa

Para caracterizar o grau da intensidade do relacionamento entre os fatores é preciso definir os níveis e seus respectivos pesos. Assim, os valores para enquadramento podem ser determinados através da matriz obtida por somatória simples, segundo Peche Filho (1998). Para esse estudo, foram determinados 128 valores representando a interação entre os fatores estudados (Tabela 4).

Tabela 3. Classes de declive e respectivos pesos

Classe de declividade (%)	Peso ⁽¹⁾
0-2	2
2-4	4
4-6	6
6-8	8
8-10	10
10-12	12
12-14	14
14-16	16
>16	30 ⁽²⁾

(1) Valores proporcionais à capacidade de fragilizar o solo; (2) Valor atribuído às áreas com declive superior a 16%, o que delimita, teoricamente, áreas impróprias a qualquer tipo de mecanização

Tabela 4. Matriz de interação para grupo de solo, sistemas operacionais e declividade

Solo	Manejo	Declividade (%)							
		2	4	6	8	10	12	14	16
A 1	PD-1	4	6	8	10	12	14	16	18
	E-2	5	7	9	11	13	15	17	19
	AR-5	8	10	12	14	16	18	20	22
	GE-7	10	12	14	16	18	20	22	24
B 2	PD-1	5	7	9	11	13	15	17	19
	E-2	6	8	10	12	14	16	18	20
	AR-5	9	11	13	15	17	19	21	23
	GE-7	11	13	15	17	19	21	23	25
C 3	PD-1	6	8	10	12	14	16	18	20
	E-2	7	9	11	13	15	17	19	21
	AR-5	10	12	14	16	18	20	22	24
	GE-7	12	14	16	18	20	22	24	26
D 4	PD-1	7	9	11	13	15	17	19	21
	E-2	8	10	12	14	16	18	20	22
	AR-5	11	13	15	17	19	21	23	25
	GE-7	13	15	17	19	21	23	25	27

Fonte: Peche Filho (1998)

Partindo da premissa de que toda forma de mecanizar o preparo do solo impõe à gleba uma fragilidade e conseqüentemente causa impacto, foram estabelecidas classes de fragilidade a partir da metade do valor máximo obtido na análise matricial. Assim, classificaram-se os resultados em classes denominadas de fragilidade muito baixa (fator preparo do solo muito pouco interferente); baixa (fator preparo do solo pouco interferente); moderada (fator preparo do solo interferente); alta (fator preparo do solo interfere consideravelmente) e severa (fator preparo do solo fragiliza a gleba fortemente).

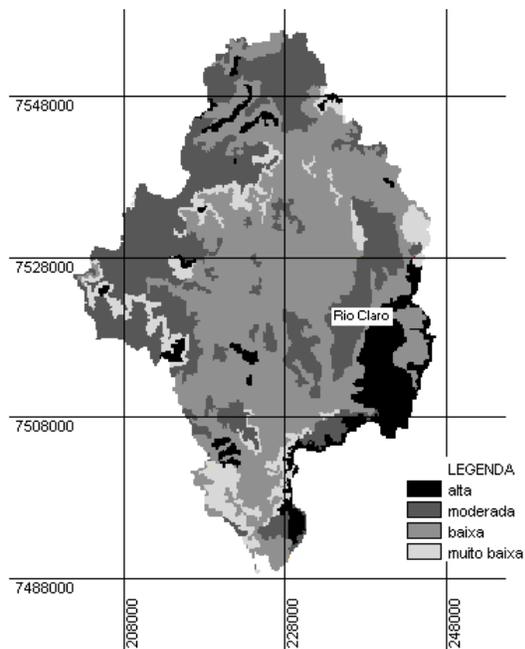
Para tanto, utilizaram-se separatrizes partindo de um valor de 14 pontos, que representa aproximadamente a metade do valor máximo de 27 pontos obtidos na matriz geradora, apoiados nos trabalhos de Ross (1996), Cajazeira (1997), Hoffherr (1995), Backer (1995), em resultados de pesquisa do IAC e as inúmeras observações de campo. Assim, para avaliar a intensidade da fragilidade os dados gerados na matriz tridimensional foram enquadrados nas seguintes classes: *muito baixa*, para valores menores que 9 pontos; *baixa*, para valores entre 9 e

14 pontos; *moderada* para valores entre 14 e 19 pontos; *alta* para valores entre 20 e 23 pontos; *severa*, para valores maiores que 23 pontos (Tabela 5).

Tabela 5. Classes de fragilidade à mecanização

Classe de fragilidade	Valores
Muito baixa	<9
Baixa	9-13
Moderada	14-19
Alta	20-23
Severa	>23

A partir da classificação matricial dos parâmetros de solo, manejo e declividade, considerados na análise da expectativa de fragilidade das terras, procedeu-se à espacialização dos resultados para a área da bacia do rio Corumbataí. O mapa de solos da bacia foi reclassificado, assumindo os valores da Tabela 1 e resultando no plano de informação **erosão** (Figura 2).

**Figura 2.** Carta de suscetibilidade à erosão

Através da digitalização de isoipsas, em escala 1:50.000 e equidistância de 20 metros, foi gerado o modelo digital de elevação (MDE) da bacia, através do interpolador de curvatura mínima do programa SURFER, de onde foi obtida a carta de **declividade** em porcentagem. Esse plano foi posteriormente reclassificado no SIG IDRISI, considerando-se as seguintes faixas: 0-2%, 2-4%, 4-6%, 6-8%, 8-10%, 10-12%, 12-14%, 14-16%, >16%. A Figura 3 apresenta a carta das classes de declividade separadas

em quatro agrupamentos, visando evidenciar as diferenças.

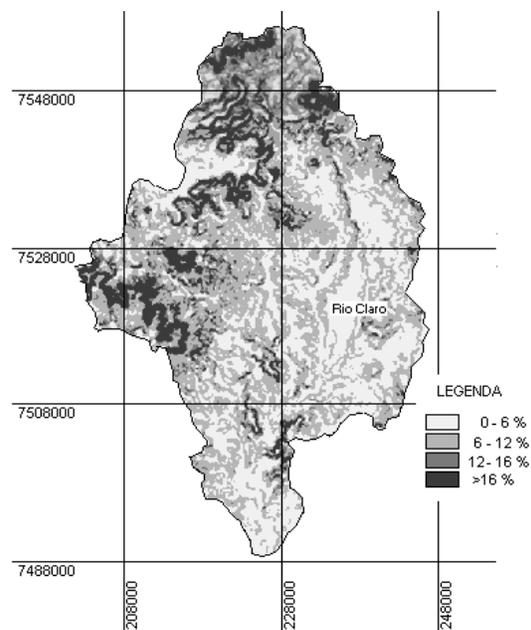


Figura 3. Carta de classes de declividade

A partir dos planos de declividade e solo, reclassificados de acordo com os respectivos pesos, procedeu-se a sobreposição desses planos para cada sistema de preparo primário do solo. Essa análise foi realizada no SIG IDRISI, de acordo com a equação:

$$(Imagem1 + Imagem2) + X \quad (1)$$

onde:

Imagem1 = plano de declividade

Imagem2 = plano de solo

X = valor numérico variando com valores de 1, 2, 5 e 7, respectivamente para os sistemas: Plantio Direto, Escarificador, Aração, Gradagem / Enxada Rotativa.

Para cada plano de informação gerado, procedeu-se a uma reclassificação dos valores de cada pixel de acordo com as classes de fragilidade apresentadas na Tabela 4. Em seguida, realizou-se uma filtragem, no SIG, utilizando-se um filtro de moda com uma janela de 5x5, para homogeneização das classes de declividade e eliminação de pixels isolados.

Resultados e discussão

Com a aplicação da metodologia utilizando um sistema de informação geográfica, foi possível gerar

quatro cartas temáticas, representando a classificação das terras de acordo com a expectativa de fragilidade causada pela adoção do processo de mecanização em estudo.

A Tabela 6 apresenta a área e a distribuição percentual das classes de declividade na bacia, onde 80% das áreas encontram-se na faixa de 0 a 12%, considerada apropriada para mecanização agrícola. Nos valores com declividade acima de 16% (10% da área) encontram-se as áreas das cuestas do município de São Pedro, localizadas à oeste da região, com características peculiares de alta declividade e consideradas de preservação permanente.

Tabela 6. Classes de declive e distribuição percentual das áreas

Classe de declividade (%)	Área (ha)	%
0-2	20993,5	12,87
2-4	18915,7	11,60
4-6	20428,2	12,52
6-8	20257,4	12,42
8-10	34129,4	20,93
10-12	17648,6	10,82
12-14	8273,8	5,07
14-16	5461,5	3,35
> 16	16991,7	10,42
Total	163099,8	100,00

A Figura 4 mostra a classificação obtida para a simulação da prática do plantio direto, onde destacam-se as áreas do quadrante inferior direito que recebem uma classificação de baixa e muito baixa expectativa de fragilidade, contrastando com a carta de suscetibilidade à erosão obtida por metodologia baseada em parâmetros estabelecidos por Lombardi Neto *et al.* (1989), onde justamente essa área é classificada como alta suscetibilidade à erosão, apesar da baixa declividade. De acordo com esses resultados, a recomendação do plantio direto torna-se praticamente obrigatória para esses locais, principalmente se as culturas exploradas forem produtoras de grãos, pois este sistema de preparo de solo mantém os restos culturais na superfície do terreno evitando a ação das gotas de chuva na desagregação e transporte de partícula de solo.

Na Tabela 7, constata-se que, para o plantio direto, 48% das terras são pouco fragilizadas, fortalecendo a tendência de recomendação, 37% da área é classificada como de média fragilidade, podendo ser exploradas sem riscos de erosão, dependendo do tipo de cultura e prática conservacionista usadas. Nos 15% restantes da área, a expectativa é de que nem com a adoção do plantio direto a mecanização deixa de fragilizar severamente as terras, indicando que essas áreas devem ser revegetadas e preservadas (valores de declividade superiores a 16%).

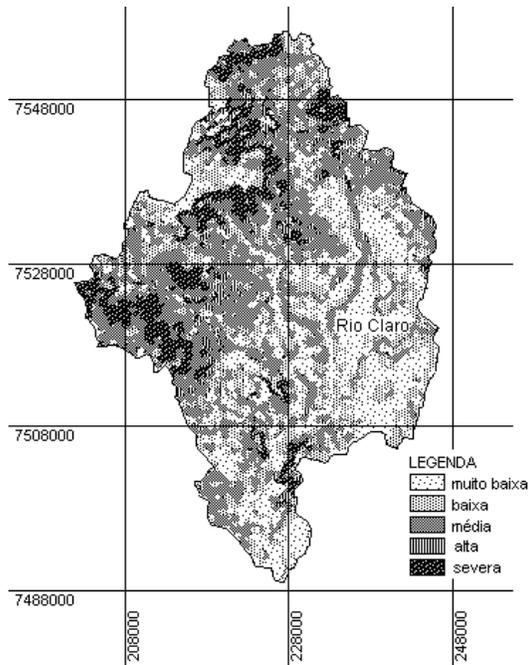


Figura 4. Classes de fragilidade do solo para plantio direto

Tabela 7. Distribuição percentual das áreas de acordo com as cartas de fragilidade à mecanização na bacia do rio Corumbataí

Mecanização de preparo do solo	Expectativa de fragilidade				
	Muito baixa %	Baixa %	Média %	Alta %	Severa %
Plantio Direto (PD)	27	21	37	3	12
Escarificação (E)	19	20	44	5	12
Aração (AR)	2	23	31	26	18
Gradação/rotovação (GR)	1	13	27	32	27

A Figura 5 mostra a análise obtida para avaliação da expectativa de fragilidade causada pela adoção da escarificação como forma de mecanizar as operações de preparo primário do solo. Comparando os resultados com a carta obtida para o plantio direto, é evidente a diminuição das áreas classificadas como muito baixa e conseqüente aumento de áreas classificadas como média e alta, realçando também que não houve mudanças na quantidade de áreas classificadas como severa.

Na Tabela 7, constata-se que, para escarificação, 39% da área são classificadas como muito baixa e baixa, 44% como média e 17% como alta e severa expectativa de fragilidade.

A Figura 6 mostra a análise obtida para avaliação da expectativa de fragilidade causada pela adoção da aração como forma de mecanizar as operações de preparo primário do solo. Nesta carta, a análise visual comparativa evidencia as diferenças entre preparos ditos conservacionistas como plantio direto

e escarificação e formas de mecanização que mobilizam intensamente o solo, no caso da aração.

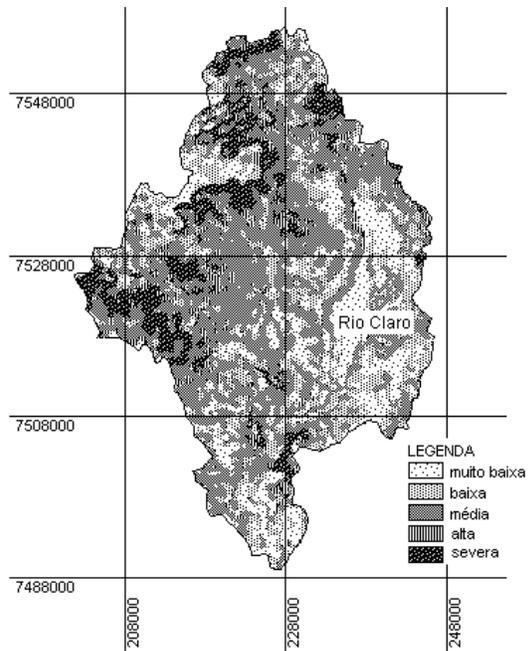


Figura 5. Classes de fragilidade de solo para escarificação

Na Tabela 7, pode-se observar que apenas 2% da área apresentam expectativa muito baixa, e 23% são classificadas como baixas, enquanto que para alta e severa tem-se um total de 44% das terras classificadas.

Na Figura 7 é possível analisar visualmente a distribuição das terras classificadas para uma possível adoção de grade aradora ou enxada rotativa para o preparo do solo da bacia. Nesta carta, constata-se a predominância de áreas classificadas como severa e alta fragilidade. Em contraste com as cartas de plantio direto e escarificação, fica evidente que a parte superior da bacia é a região que deve apresentar maior fragilidade aos impactos da mecanização.

Na Tabela 7, confirma-se em valores percentuais a predominância de áreas com sérias restrições à mecanização com grade aradora e enxada rotativa 59% das áreas são classificadas como alta e severa, sendo que 13% apresentam classificação baixa e apenas 1% é classificada como muito baixa.

O cruzamento de informações mostra que as áreas classificadas como alta e severa na carta obtida para o plantio direto são, na verdade, as glebas que não apresentam condições mínimas para o desenvolvimento de práticas agrícolas, pois são áreas que apresentam solos com alta suscetibilidade à erosão e também maior declividade.

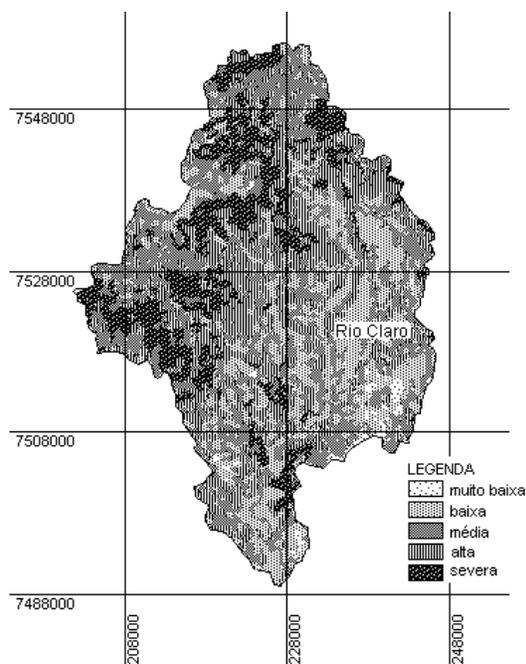


Figura 6. Classes de fragilidade do solo para aração

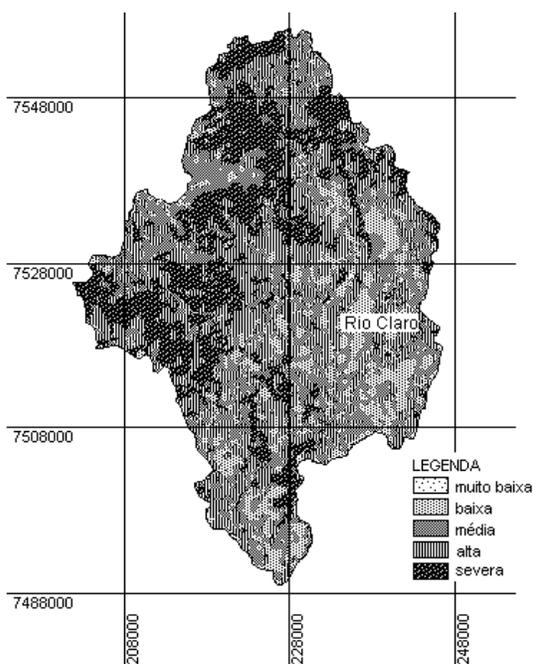


Figura 7. Classes de fragilidade do solo para aração/rotação

O trabalho permite concluir que:

- A classificação das terras da bacia permitiu gerar elementos para análise da expectativa de fragilidade das terras da bacia do rio

Corumbataí frente à adoção de diferentes sistemas mecanizados de manejo do solo.

- A geração de diferentes cartas temáticas propicia uma análise visual com grande potencial para tomada de decisões na escolha de métodos e máquinas para o preparo primário do solo.
- Pelo menos 15% da área deveriam ser consideradas como de alto risco, por apresentar fragilidade alta e severa para plantio direto, merecendo estudos e diagnósticos mais aprofundados.

Referências

- BACKER, P. *Gestão ambiental: a administração do verde*, Rio de Janeiro: Qualitymak, 1995.
- BENATTI JÚNIOR, R. et al. *Manejo convencional e reduzido em quatro tipos de solos na cultura do milho em São Paulo*. Campinas: Fundação Cargill, 1983.
- CAJAZEIRA, J.E. *ISO 14001: Manual de implantação*. Rio de Janeiro: Qualitymak, 1997.
- CASTRO, O. M.; DE MARIA, I. C. Plantio direto e manejo de solo. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1, 1993, *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1993, p.187-220.
- CAVALLI, A. C. *Utilização de dados espectrais dos sensores TM/LANDSAT-5 e AVHRR/NOAA-14 como indicadores de processos de degradação do solo*. 1999. Tese (Doutorado em Geociências) - IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- DELLARETTI FILHO, O. *As sete ferramentas do planejamento da qualidade*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.
- HECKER FILHO, J.; OLIVEIRA, J.B. Levantamento pedológico detalhado – Microbacia do Córrego São Joaquim – Pirassununga – SP. In: LOMBARDI NETO, F.; CAMARGO, O. A. *Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga – SP)*. Campinas: Instituto Agrônomo, Documentos, IAC, n. 29, 1992. p. 27-39.
- HOFFHERR, G. D. *O livro ferramenta: tomada de decisão e planejamento para otimizar resultados*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.
- LEPSCH, I.F. Solos do Estado de São Paulo, In: LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M.I. (Ed.). *Manual técnico de manejo e conservação de solo e água*, vol. II. Campinas: CATI, 1994. p. 70-120.
- LOMBARDI NETO, F. et al. Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. In: SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA, 1989, Campinas, *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 99-124.
- MARQUES, J.Q.A. *Processos modernos de preparo do solo e defesa contra a erosão*. Salvador: Instituto Central de Fomento Econômico, *Boletim 19*, 1950.

- MARQUES, J.Q.A.; BERTONI, J. Sistemas de preparo do solo em relação à produção e a erosão; *Bragantia*, Campinas, v. 29, n. 9, p. 403-459, 1960.
- OLIVEIRA, J.B. Solos do Estado de São Paulo: derivação das classes registradas no mapa pedológico. *Boletim Científico do Instituto Agrônomo*, Campinas, n. 45, 1999, p.1-112.
- PECHE FILHO, A. 1998. *Metodologia para avaliação da fragilidade de terras em função da mecanização do preparo de solo*. Campinas, 1998. Dissertação (Mestrado em Mecanização) - FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas, 1998
- ROSS, J.L.S. Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas. In: GUERRA, A.T.J.; CUNHA, S.B. (Ed.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Editora, 1996. 372p.
- VIEIRA, S.R. et al. Dinâmica da água no solo em função do manejo, In: ENCONTRO PAULISTA DE PLANTIO DIRETO, 2, 1989, Assis. *Anais...* Assis: FEALQ/ESALQ/USP, 1989. p.103-126.

Received on May 31, 2001.

Accepted on September 26, 2001.