

## Impacto econômico do manejo de solo e água em microbacias hidrográficas paranaenses

Ednaldo Michellon<sup>1</sup>, Bastiaan Philip Reydon<sup>2</sup>, Marcelo Luiz Chicati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutor. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Agronomia e Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas (PCE/UEM). Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário, Maringá, Paraná, Brasil. CEP 87020-900. E-mail: emichellon@uem.br.

<sup>2</sup>Doutor. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. Caixa Postal: 6135 - CEP 13083-857 - Campinas/SP – Brasil. E-mail: basrey@eco.unicamp.br.

<sup>3</sup>Doutor. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Agrícola. Campus do Arenito, Rodovia PR482 Km 45, Cidade Gaúcha, Paraná, Brasil. CEP 87820-000. E-mail: mlchicati@hotmail.com

### Resumo

Neste trabalho são apresentados e discutidos dados sobre o controle da erosão, que os programas de manejo do solo e da água em microbacias hidrográficas permitiram que fossem alcançados no estado do Paraná, no último quartel do século XX. Para atingir este objetivo foi feita uma estimativa da redução na perda de solo na área trabalhada, que serviu como parâmetro para mostrar o êxito desses programas ambientais. Em seguida, calculou-se o custo aproximado da erosão e da redução das perdas trazidas pelo manejo correto dos solos. Os resultados são significativamente positivos, revelando a necessidade de manutenção e ampliação do uso desta inovação, que em muito contribui para o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: custos da erosão, Paraná Rural, desenvolvimento sustentável.

### Abstract

**Management of soil and water in watershed and the Paraná economy.** This work are presented and discussed data about erosion control, the management programs of soil and water in watersheds allowed them to be achieved in the state of Parana, on last quarter of the twentieth century. To achieve this objective was made an estimate of the reduction in soil loss on worked area, which served as a parameter to show the success of environmental programs. Next, was calculated the approximate cost of erosion and reduction of losses brought by the correct management of soils. The results were significantly positive, indicating the need to maintain and expand the use of this innovation, which greatly contributes to sustainable development.

Key-words: erosion costs; Paraná Rural; sustainable development.

### Introdução

A erosão carrega para os rios grande parte do solo das áreas agrícolas e esta quantidade de sedimentos e poluentes removidos através de filtração e tratamento químico, a fim de possibilitar a utilização da água para o consumo doméstico, pode ser avaliada pelo índice médio de turbidez da água (UCEMG, 2005). Ribeiro et al. (2005) informa que o índice de turbidez é o principal indicador para avaliação da eficiência das práticas conservacionistas nas microbacias hidrográficas, pois aponta simplificadamente, a quantidade de sedimentos que existe em um determinado volume de água.

Para Bragagnolo & Parchen (1991), a adoção de práticas de manejo e conservação do solo e da água, aliadas ao controle da poluição advinda das atividades agrícolas deve ocorrer para que se possa observar a redução do problema de turbidez a níveis mínimos antes e depois da implantação do manejo de solos e da água em microbacias hidrográficas.

Os custos do tratamento da água para consumo humano são muito variáveis, pois dependem do índice de turbidez da mesma, e sempre estão relacionados com o manejo de solo e água que é realizado em cada uma das microbacias. Conforme consta no documento final do Programa Paraná Rural (SEAB, 1997), as práticas de recuperação da qualidade física do solo, tais

como a descompactação, o preparo correto do solo, etc., conduziram a uma maior taxa de infiltração da água no solo e menor escoamento superficial.

Servindo-se da “metodologia para o manejo de bacias hidrográficas influentes em mananciais de abastecimento e geração de energia”, proposto por Roloff et al. (2001), e também se utilizando dados de pesquisa sobre perdas de solo em plantio convencional e em plantio direto (Weill e Sparovek 2008; Silva et al. 2009), é possível estimar a quantidade de solo que deixaria de ser perdida após a realização dos trabalhos de manejo dos solos e da água (D’Andréa et al. 2002).

O estudo feito pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos da EMBRAPA (EMBRAPA 1984), estima que o custo de reposição para a perda de 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de solo seria de US\$ 17,54 e US\$ 35,07 respectivamente. Por sua vez, o trabalho conduzido por Sorenson & Montoya (1989), estima um custo de reposição para a perda de solo de 10, 20, 30 e 40 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em US\$ 20,19, US\$ 40,37, US\$ 60,56 e US\$ 80,74, respectivamente.

Por sua vez, a título de comparação, no estado de São Paulo, considerando-se somente os nutrientes perdidos do solo, à semelhança do caso paranaense, estimou-se que o valor monetário destes nutrientes arrastados pela erosão em um ano atingiu cerca de US\$ 200 milhões (IEA, 1991). Em

estudo mais recente, Marques (1998) estimou o valor de US\$ 176 milhões/ano referente às perdas de nutrientes em solo paulista, ocupado com atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

Assim sendo, com base nessas informações, buscou-se estimar a redução das perdas de solo e também a redução das perdas monetárias ocasionadas pelo controle da erosão no estado do Paraná após a conclusão dos trabalhos do Programa Paraná Rural (Michellon 2003), sendo considerados apenas os danos ambientais causados pelo processo de erosão do solo internamente (*on site*) e não externamente (*off site*) à área de produção agrícola. Reafirma-se que este ensaio teve o propósito de mostrar a importância da redução das perdas de solo e avaliar a capacidade do mercado em captar essa melhoria ambiental na forma de aumento no preço da terra.

### Material e métodos

Para este estudo, o estado do Paraná foi subdividido em oito macrorregiões, de acordo com a variabilidade sazonal do índice de erosividade mensal, conforme Roloff et al. (2001). Esta divisão, representada na Figura 1, serviu também para adequação do restante dos dados obtidos, de modo que estes fossem representativos para estas regiões.



Fonte: Roloff et al. (2001)

Figura 1 - Regiões do estado do Paraná conforme os índices de erosividade mensal.

Além disso, tomou-se por base a área trabalhada com as microbacias em 1996, quando do encerramento do Programa Paraná Rural, que era de 7.022.239 hectares, pois os trabalhos continuaram especialmente com os recursos do Programa Paraná 12 Meses, que foi encerrado em julho de 2007, mas com enfoque mais social e menos ambiental que o anterior. Ademais, considerou-se que a área de 5,5 milhões de hectares cultivados com lavouras no estado do Paraná representaria um alto grau de aceitabilidade para as estimativas de perdas.

Essa representatividade pôde ser atestada devido ao fato dos cálculos da área trabalhada com as microbacias contemplarem estradas, carreadores, pequenas cidades, vilas, pastagens que muitas vezes são utilizadas para rotação de culturas, pequenas áreas de mata e florestas, além de outros usos do solo que fazem parte do universo da microbacia trabalhada.

A propósito, no Paraná são cultivados anualmente 5,5 milhões de hectares com lavouras (34% da área estadual), 6,7 milhões são destinados às pastagens (42% da área estadual) e 2,8 milhões são ocupados com mata e florestas (18% da área estadual). O restante, cerca de 3,98 milhões de hectares é ocupado por áreas urbanas, estradas e outros (SEAB, 1997).

Entre as principais lavouras anuais cultivadas no estado, somente a soja e o milho, no plantio de verão, perfazem mais de 80% do total e, na rotação de inverno, o trigo representa mais de 85% do total cultivado (SEAB, 1997). Dito de outra maneira percebe-se que a maioria das lavouras está dentro da sucessão de cultivo anual “soja x trigo” e da rotação bianual “soja x trigo x milho x trigo”. Em vista disso, trabalhou-se prioritariamente com os números de estimativas de erosão para estes dois sistemas de produção.

Ainda, assumiu-se que o plantio direto ocupava a maior parte da área cultivada no Paraná, conforme mostram os números da pesquisa do Departamento de Economia Rural (Deral) para a safra 1999/00: soja (86%), trigo (68%), milho safra normal (52%), milho safrinha (81%) e feijão (30%).

A partir da estimativa da quantidade de sedimentos que chegam aos cursos d'água sem uso de faixa filtro, calculou-se as médias de redução nas perdas relativas de solo por tipo de cultivo, comparando-se as áreas com e sem terraceamento, para as oito regiões<sup>1</sup> do Paraná, tanto em toneladas por hectare por ano como também em porcentagem.

Os cálculos das perdas de solo foram estimados pela Equação Universal de Perda de Solo (EUPS):

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Onde, A refere-se à perda média de solo ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); R representa o fator chuvas ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  ou  $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); K representa o fator erodibilidade do solo ( $t.h.MJ^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$  ou adimensional); L representa o fator de comprimento de rampa (adimensional); S compreende o fator declividade do solo (adimensional); C refere-se às condições de manejo (adimensional) e P ao fator das práticas conservacionistas (adimensional), aqui representadas pela utilização dos terraços.

Para procedimento dos cálculos foram então considerados a perda média para o plantio direto com e sem terraços (índice P da equação) por tipo de cultivo (índice C da equação). Por exemplo, tomando-se a Região 1 calculou-se a perda média no plantio sem terraços para as rampas de 80, 160 e 240 metros, com 6, 12 e 18% de declividade. Em seguida, calculou-se a perda média do plantio com terraços, espaçados um do outro em 19, 15 e 12 metros, nas mesmas declividades de 6, 12 e 18%. Esse mecanismo foi feito e repetido para todas as 8 regiões, para as rotações de plantio Anual, Bianual, Crítica e Crítica com PD (plantio direto), de acordo com as características regionais do estado apresentados por Roloff et al. (2001).

Também foram feitos estes cálculos para estimativa do percentual de redução de perdas, seguindo-se o mesmo critério citado acima para as perdas em toneladas por hectare e por ano. Os valores de perda de solo média do Paraná, tanto em toneladas por hectare por ano como em percentual,

foram ponderados pelo peso de cada região no conjunto do estado, de acordo com Roloff et al. (2001).

Para os cálculos que consideraram a declividade do estado de uma forma média, ao redor de 10,5%, procedeu-se de duas formas com a utilização da mesma EUPS, que permitiram obter praticamente o mesmo resultado.

Para a primeira forma tomou-se a área das 8 Mesorregiões Agro-Ecológicas do Paraná, utilizadas no atual Programa Paraná 12 meses, e fez-se o cálculo ponderado pelo peso de cada uma em relação à topografia que tem sido utilizada para cada “tipo de relevo”, estando a declividade média utilizada nesses cálculos situada nos seguintes intervalos: plano – menos de 3%, suave ondulado – de 3 a 8%, ondulado – de 8 a 20%, fortemente ondulado – de 20 a 45% e montanhoso – com mais de 45% de declividade<sup>2</sup>.

A segunda forma foi estimada por meio do cálculo da declividade média ponderada a partir das declividades das 8 regiões de erosividade do estado. Embora esses dois modelos de cálculos tenham apresentado uma média de declividade ao redor de 10,5%, caso ela estivesse superestimada, isto implicaria em uma redução de perdas por erosão ainda maior.

Os dados mostraram a importância dos terraços para os sistemas de plantio analisados, pois existe considerável polêmica sobre o seu uso no plantio direto. Mas foi possível perceber a significativa redução nas perdas de solo, considerando-se os diferentes tipos de rotação, comparando-se a área cultivada em plantio direto com e sem terraceamento.

Além disso, o custo por hectare para construção de terraços é relativamente baixo, ao redor de US\$ 40 por hectare<sup>3</sup> (Michellon 2002). A análise da área também demonstrou ser possível a mecanização total das mesmas, não havendo nenhuma restrição básica como relevo ou características de solo.

## Resultados e discussão

Por meio da observação do Quadro 1 constatou-se que para a rotação anual e bianual, que são as mais representativas do Paraná, houve uma redução média nas perdas de solo pelo uso do terraceamento de 9,7 e 10,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, o que representa aproximadamente 70% de redução nos danos causados pela erosão para os dois grupos. Por sua vez, na rotação crítica, a redução média de perdas de solo é muito significativa, de 204,7 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e, finalmente, para o cultivo crítico em plantio direto, a redução foi de 32 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ou seja, uma diminuição de 66,0% em comparação com a área cultivada sem terraços.

Observando-se as informações do lado esquerdo do Quadro 2, referentes ao Brasil, que mostram a estimativa média de 22 experimentos<sup>4</sup>, nos quais foram avaliadas as perdas médias de solo em plantio convencional<sup>5</sup> e em plantio direto, percebe-se que o plantio convencional apresentou perda média de solo de 29 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo superior em 320,29% em comparação com a perda de 6,9 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> verificada no plantio direto. Logo, esses dados experimentais indicam que houve uma redução média de 22,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> nas perdas de solo por erosão com o uso do plantio direto em culturas anuais.

Uma observação importante a ser feita é com relação a perdas de água do solo verificadas nos dois sistemas de manejo analisados nos 22 experimentos já citados. Os dados revelaram que a diferença de perdas de água entre o plantio direto e o plantio convencional é de apenas 22%, com o agravante de que em alguns casos o PD apresentou perdas iguais ou maiores em relação ao plantio convencional. Esse dado reforça a necessidade de serem construídos terraços também no sistema de plantio direto para aumentar a retenção de água no solo, já que a sua existência depende de como os demais recursos naturais renováveis e não renováveis são manejados.

**Quadro 1.** Estimativa da média de redução nas perdas relativas de solo para as 8 regiões do Paraná com o uso de terraceamento (em t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em %)

| Região                  | 1t    | 2t    | 3t   | 4t    | 5t   | 6t    | 7t    | 8t   | Média <sup>1</sup> t |
|-------------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|----------------------|
| Rotação                 | %     | %     | %    | %     | %    | %     | %     | %    | %                    |
| Anual <sup>2</sup>      | 13.2  | 27.1  | 2.9  | 6.8   | 3.5  | 7.9   | 10.2  | 3.8  | 9.7                  |
|                         | 65.3  | 78.5  | 73.5 | 74.3  | 73.5 | 75.6  | 75.6  | 75.5 | 69.9                 |
| Bianual <sup>3</sup>    | 13.4  | 25.7  | 3.5  | 7.1   | 4.5  | 9.1   | 10.5  | 5.2  | 10.2                 |
|                         | 65.3  | 78.5  | 73.3 | 74.3  | 73.5 | 75.5  | 75.4  | 75.5 | 69.9                 |
| Crítica <sup>4</sup>    | 279.2 | 311.2 | 78.7 | 175.0 | 72.8 | 201.0 | 219.9 | 70.3 | 204.7                |
|                         | 65.5  | 77.7  | 73.5 | 75.1  | 76.0 | 76.9  | 77.3  | 76.9 | 70.9                 |
| Crítica PD <sup>5</sup> | 43.8  |       |      | 20.2  |      |       |       |      | 35.8                 |
|                         | 65.3  |       |      | 74.3  |      |       |       |      | 66.0                 |

<sup>1</sup>Média Ponderada para o Estado do Paraná; <sup>2</sup> Sucessão de soja/trigo em plantio direto (anual); <sup>3</sup> Rotação de soja/trigo//milho/trigo em plantio direto (bianual); <sup>4</sup> Plantio Convencional de mandioca (arado/grade/grade; crítica-anual); rotação batata/batata/ pousio //milho/pousio em plantio convencional (arado/grade/grade; colheita batata com enxada rotativa; preparo para o milho com escarificador/grade/grade; pousio com marmelada; crítica-bianual); feijão/feijão/pousio em plantio convencional (arado/grade/grade; pousio marmelada; crítica-anual); <sup>5</sup> Plantio Direto de mandioca com arranquio manual (crítica PD-anual).

**Quadro 2.** Estimativa da perda média de solo em plantio convencional e em plantio direto com e sem terraços em culturas anuais, no Brasil e no Paraná, em 2001 (t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)

| BRASIL <sup>1</sup>  |                |                      | PARANÁ                            |                                    |                                    |                     |                          |
|----------------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Plantio Convencional | Plantio Direto | Redução perdas PD/PC | Plantio Convencional <sup>2</sup> | P. Direto s/ terraços <sup>3</sup> | P. Direto c/ terraços <sup>4</sup> | Red. Perdas PDct/PC | Redução Perdas PDct/PDst |
| 29.0                 | 6.9            | -22.1                | 20.0                              | 12.4                               | 2.7                                | - 17.3              | - 9.7                    |

<sup>1</sup> Estimativa da média de 22 experimentos, conforme Borges Filho (2001); <sup>2</sup> Estimativa média utilizada no Paraná na década de 80 a partir de Embrapa/SNLCS (1984); <sup>3</sup> Estimativa de quantidade média ponderada de sedimentos que chegam ao curso d'água sem o uso de faixa filtro para uma declividade média calculada para o Paraná de 10,5%, a partir de Roloff, Cruz e Ihlenfeld (2001) e de SEAB (1998).

Por sua vez, considerando a metodologia proposta para o caso paranaense, e assumindo que a declividade média do estado para as regiões produtoras está ao redor de 10,5%, estimou-se que a perda de solo em plantio direto com terraços para a rotação de lavouras anual e bianual é de no mínimo 2,7 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Esta média representa uma significativa redução de 17,3 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em relação à média de perda de 20 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> assumida nos anos

80 para o conjunto do estado, quando na sua maior parte eram utilizados o plantio convencional e o sistema de conservação do solo em microbacias hidrográficas estava no início.

Além disso, os dados experimentais revelaram ainda que a média utilizada no Paraná nos anos 80 pode estar subestimada em 9 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, pois o plantio convencional nos experimentos apresentou uma perda de 29 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, contra as 20 t

ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> utilizadas no estado. Por outro lado, sob esse mesmo critério, os cálculos de perda de 2,7 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no plantio direto para o Paraná também podem estar subestimados, pois pelos experimentos realizados em diferentes estados brasileiros essa perda chegou a 6,9 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Michellon 2002). Contudo, ressalva-se que no caso paranaense está se assumindo uma média com o uso de terraços, o que não foi avaliado para o Brasil.

Infelizmente, não se dispõe de dados calculados para a perda de solo em plantio convencional com terraceamento em microbacias trabalhadas pelos programas

ambientais de conservação dos solos. Todavia, assume-se que as perdas de solo, também neste caso, foram reduzidas drasticamente, de acordo com a exposição feita anteriormente neste trabalho, e também considerando os dados do Quadro 3 para a rotação crítica em plantio convencional, pois se percebe que naquela modalidade houve uma estimativa de redução nas perdas de 70,9%. Portanto, é possível assumir que a perda para as rotações anual e bianual, em plantio convencional nas microbacias trabalhadas, estão entre 2,7 a 6 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para uma declividade média estimada de 10,5%.

Quadro 3. Estimativa da perda total de solo em plantio direto (PD) e em plantio convencional (PC) com e sem trabalhos em microbacias hidrográficas no Paraná (t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)

| SISTEMA DE PLANTIO                | ÁREA <sup>1</sup> (ha) | PERDAS/ha         | PERDA total (ha) |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| <i>PD em microbacias</i>          | 3.500.000              | 2.7 <sup>2</sup>  | 9.450.000        |
| <i>PC em microbacias</i>          | 2.500.000              | 6.0 <sup>2</sup>  | 15.000.000       |
| <i>PC tradicional<sup>3</sup></i> | 6.000.000              | 20.0 <sup>3</sup> | 120.000.000      |

<sup>1</sup>Dados brutos do obtidos por Michellon (1995); <sup>2</sup>Estimativa da quantidade média ponderada de sedimentos que chegam ao curso d'água sem o uso de faixa-filtro para uma declividade média calculada para o Paraná de 10.5%, a partir de Roloff, Cruz e Ihlenfeld (2001) e de SEAB (1997); <sup>3</sup>Estimativa média utilizada no Paraná nos anos 80, a partir de Embrapa/SNLCS (1984).

Dessa forma, tendo em vista uma área de plantio direto de 3.500.000 hectares, com perda anual de solo de 2,7 t ha<sup>-1</sup>, e uma área de plantio convencional de 2.500.000 ha, com perda anual de solo de 6,0 t ha<sup>-1</sup>, chega-se a uma perda total de 24.450.000 t

ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o que representa uma redução média significativa de 95.550.000 toneladas por hectare por ano em relação ao que supostamente se perdia antes da realização destes programas, conforme mostra o Quadro 4.

Quadro 4. Comparação do custo médio anual do Programa Paraná Rural com a estimativa da redução de perdas monetárias médias após a execução dos trabalhos referentes a 6.000.000 ha. (US\$ 12/2000)

| PERDA MÉDIA HISTÓRICA <sup>A</sup> | "PERDA" COM AS MICROBACIAS <sup>B</sup> | REDUÇÃO DE PERDAS <sup>A - B = C</sup> | CUSTO PARANÁ RURAL – ANO <sup>D</sup> | ECONOMIA PARA SOCIEDADE <sup>C - D = E</sup> |
|------------------------------------|---|--|---------------------------------------|--|
| 279.600.000,00                     | 56.968.500,00                           | 222.631.500,00                         | 20.071.314,74                         | 202.560.185,30                               |

<sup>A</sup> Referente aos cálculos para a perda de 120.000.000 t/ano; <sup>B</sup> Referente aos cálculos para a perda de 24.450.000 t/ano. Todavia, esta perda poderá ser reduzida próximo a zero dependendo da largura da faixa-filtro (mata ciliar); <sup>D</sup> Custo médio atualizado do Programa Paraná Rural por ano (financiamento mais contrapartida do Estado).

Tendo em vista que o “valor mínimo atualizado de uma tonelada de terra

do Paraná”, calculado pelo custo de reposição dos macronutrientes, é de US\$



2,33, chegou-se a uma redução de perdas monetárias da ordem de US\$ 222.631.500,00 por ano, conforme mostra o Quadro 4. Por isso, se forem agregados a esses custos, outros cálculos de prejuízos gerados pela erosão do solo, que vão além dos valores dos macronutrientes perdidos nesse processo, e que não foram objetos dessa pesquisa, esses valores seriam muito superiores aos que estão sendo apresentados. Como exemplo, pode-se dizer que não se computou o valor de opção e o valor de existência do solo, com os ecossistemas que são mantidos nesse bioma em termos de flora e fauna.

### Conclusão

Demonstra-se que a erosão é reduzida a valores mínimos, comparada ao quadro verificado antes da implementação deste novo sistema de conservação.

A difusão e a adoção de práticas de conservação de solo trazem no seu bojo benefícios públicos em termos de qualidade d'água e outras características ambientais.

A adoção das práticas conservacionistas de solo e água possibilitam uma representativa economia financeira, tanto no processo produtivo agrícola como no tratamento posterior das águas dos rios visando a eliminação de sedimentos para os mais diversos usos.

É condição primordial a participação do Estado na manutenção, elaboração e implementação de políticas públicas tradicionais e especiais, que tenham o objetivo de manter e ampliar as tarefas no sentido de promover a sustentabilidade da atividade rural.

### Agradecimentos

Aos professores Cássio Antônio Tormena e José de Deus Viana da Mata, pelo apoio na revisão do trabalho principal, do qual este artigo é derivado.

### Referências

- BORGES FILHO, E. L. **O desenvolvimento do plantio direto no Brasil**. 2001. Dissertação de Mestrado. Unicamp, Campinas, SP.
- BRAGAGNOLO, N. e PARCHEN, C., A., P. **Erosão e conservação de solos no Paraná**. Curitiba: SEAB/EMATER, 1991.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.N.L.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, 913-923. 2002.
- EMBRAPA/SNLCS. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: SUDESUL/EMBRAPA/IAPAR, 1984. v.2. 791p. (Boletim Técnico, 57).
- IEA – INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Economia agrícola paulista: características e potencialidades**. Informações Econômicas, São Paulo, v.21, suplemento, 1991.
- MARQUES, J. F. **Efeitos da erosão do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental**. 1995. Tese (Doutorado em Economia). FEA/USP, São Paulo, SP.
- MARQUES, J. F. Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista SOBER/CD-ROM**. V.36, n.1, jan/fev/mar. 1998.
- MICHELLON, E. **Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná**. Relatórios mensais Deral/Seab. Maringá, 1995.
- MICHELLON, E. **Políticas públicas, mercado de terras e o meio ambiente: uma análise a partir do Paraná**. 2002. 191p. Tese de Doutorado. Unicamp, Campinas, SP.
- MICHELLON, E. O êxito ambiental e econômico do manejo do solo e da água na Microbacia Rio do Campo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 02, 329-337. 2003.



- RIBEIRO, T.A.; AIROLDI, R.P.S.; PATERNIANI, J.E.S.; SILVA, M.J.M. Variação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água em um sistema de irrigação localizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 09, n. 03, 295-301. 2005.
- ROLOFF, G., CRUZ, J. B. C. da. e IHLENFELD, R. G. K. **Metodologia para o manejo de bacias hidrográficas influentes em mananciais de abastecimento e geração de energia**. Mimeo. Curitiba, jul. 2001.
- ROLOFF, G. e BRAGAGNOLO, N. Strategies for successful conservation programs: the case of Paraná State, Brazil. **The Land**. v. 1, n. 03, 171 – 182, 1997.
- SEAB. **Relatório Final do Programa de Manejo e Conservação de Solos e Controle da Poluição – Paraná Rural**. Curitiba, 1997.
- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE MINAS GERAIS. **Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA), Relatório 1**. UCEMG/PNMA II/MMA, 16p. 2005.
- SILVA, L.C.N.; FERNANDES, A.L.V.; IZIPPATO, F.J.; OLIVEIRA, W. Uso do solo no manejo de bacias hidrográficas: o caso da microbacia Córrego Prata, Três Lagoas, MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 02, n. 01, 01-13. 2009.
- SORENSEN, W. J. e MONTOYA, L. J. **Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de práticas conservacionistas no Paraná, Brasil**. Londrina: IAPAR/GTZ, 1989.
- WEILL, M.A.M.; SPAROVEK, M. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). II – Interpretação da tolerância de perda de solo utilizando o método do índice de tempo de vida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, 815-824. 2008.

