

O êxito ambiental e econômico do manejo de solo e da água na Microbacia Rio do Campo

Ednaldo Michellon

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av Colombo, 5790, 87020, Maringá, Paraná, Brasil.
e-mail: emichellon@uem.br

RESUMO. Neste artigo serão apresentados e discutidos os dados sobre o controle da erosão, que os programas de manejo integrado do solo e da água em microbacias hidrográficas permitiram que fossem alcançados na Microbacia Rio do Campo, a partir de 1980. Para atingir este objetivo, foi feita uma estimativa da redução na perda de solo após a realização dos trabalhos, 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 agronomicamente correto dos solos. Os resultados foram extremamente significativos revelando a necessidade de se manter e de se ampliar o uso dessa inovação, que em muito contribui para o desenvolvimento regional sustentável.

Palavras-chave: Programa Paraná Rural, erosão, microbacias hidrográficas, economia.

ABSTRACT. Environmental and economic success of soil and water management in Rio do Campo watershed. In this paper data about erosion control will be presented and discussed. These data were achieved by integrated programs on soil and water conservation and management in watershed, which have been carried out in *Rio do Campo* since 1980. To achieve this objective a reduction estimate of soil lost was made after the work and this served as parameter to show the success of these environmental programs. Then, the approximated cost of erosion and the reduction of lost brought through correct agronomically management of soils were calculated. The results were extremely significant, and revealed a necessity to maintain and to enlarge the use of this innovation, which has contributed a lot to the sustainable regional development.

Key words: *Paraná Rural* program, erosion, watershed, economics.

Introdução

Os avanços científicos e tecnológicos experimentados pela humanidade têm aumentado crescentemente a produtividade dos fatores de produção clássicos – terra, trabalho e capital, por um lado; mas, por outro lado, têm ampliado a devastação da natureza, pelo uso intensivo, especialmente do solo e da água.

Esta, todavia, não é uma questão nova pois o problema da erosão do solo seja, provavelmente, mais antigo que o próprio início das atividades agrícolas, realizadas pelo homem há aproximadamente 10.000 anos atrás. Para Benett (1939), ele é um problema tão velho quanto a história ou, ainda, a história da agricultura tem como parte integrante a história da erosão. Para isso, ele afirma que as “recentes” escavações arqueológicas indicavam que a erosão, sem dúvida, teve uma ampla participação no enfraquecimento e no

desaparecimento de muitas civilizações antigas na África, no Oriente Próximo e na Ásia Central.

O autor mostra, por exemplo, a cidade de Samarra, na Mesopotâmia, que foi abandonada e coberta pela areia, bem como os campos ao seu redor, pela ação da erosão eólica. Por isso, na longa descrição do processo histórico da erosão que o autor fez, concluiu, referindo-se aos Estados Unidos, que o problema passara a ser do domínio de uma política pública nacional. (Benett, 1939: 1-28)

De forma semelhante, os processos de ocupação e de exploração da terra no Paraná foram responsáveis por tornar a erosão o principal problema ambiental do Estado. Nesse sentido, as primeiras ações de combate à erosão, de caráter estatal, ocorreram nas áreas peri-urbanas da região Noroeste do Paraná, com início em 1963. Já na década de 70, a Emater (Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural) começou a

desenvolver trabalhos na área de conservação dos solos, nos quais se priorizava a demarcação de “curvas de nível” e posterior construção de terraços. Entretanto, esse trabalho era realizado de forma individualizada, por propriedade, sem levar em consideração o conjunto das propriedades, com o agravante de as mesmas serem demarcadas em gradiente (desnível). Além disso, as águas jogadas nas estradas, nas divisas e nos carregadores causavam estragos consideráveis, impossibilitando o trânsito normal de pessoas, de animais e de veículos, o que demandava reparos constantes por parte das prefeituras e dos produtores.

Suplantar a mentalidade egoísta dos proprietários, que se negavam a integrar o sistema de conservação nas divisas, foi uma etapa difícil e demorada, rompida, nos casos extremos, apenas com a força da lei e sob aparato policial. Por outro lado, os próprios profissionais, formados em tempos sombrios e reféns desse período, parece que não enxergavam além dos limites das propriedades individuais, pois ainda era forte o fantasma do comunismo, o que dificultava a atitude de pensar em termos de coletividade (Michellon, 1985: 95).

Por isso, vários programas foram idealizados para conservar os recursos naturais, cujos nomes são um indicador das mudanças de concepção que foram ocorrendo. Conforme Bragagnolo *et al.* (1997),

para permitir uma melhor compreensão do processo de intervenção, e, ainda, objetivando o desenvolvimento e a implantação de tecnologias de forma integrada, optou-se por adotar as microbacias hidrográficas do Ribeirão do Rato no município de Rondon (1974); Ribeirão Caxias nos municípios de Floresta e Ivatuba, e Ribeirão 22 no município de Paranavaí (1978), como unidades piloto de trabalho.

Várias etapas foram sendo superadas com base na ativa participação dos profissionais, confrontando-se a pesquisa, a extensão rural e os produtores.

A esta altura, a Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado do Paraná já havia detectado o erro: não era mais possível trabalhar com programas impostos de cima para baixo, muito menos permanecer no simples combate localizado. Era necessária uma visão abrangente. Combater os efeitos já não resolvia: era preciso remover as causas. Em 1979, um congresso¹ da categoria levantara a questão e veio o consenso: era preciso passar da teoria à prática. (Terra, 1988)

Além disso, as campanhas pontuais de difusão de técnicas de controle de erosão, plantio direto e os trabalhos pilotos em Campo Mourão (1980), com a

participação de 170 agricultores, em uma área de 7 mil hectares, e em Nova Santa Rosa (1981/82), foram fortalecendo a idéia de que o manejo ecologicamente correto dos solos e da água passava pelo conjunto da microbacia hidrográfica e não somente pelas propriedades isoladas. Por isso, já no final da década de 1980, do século XX, com o PMISA – Programa de Manejo Integrado de Solos e Água, de 1987 a 1990, houve a incorporação de várias práticas a serem realizadas através das microbacias hidrográficas, sendo o precursor do Programa Paraná-Rural, de 1989 a 1996.

Sendo assim, escolhida a Microbacia Rio do Campo - MRC,² para este estudo de caso, a seguir será feita a caracterização da mesma. A MRC está localizada no núcleo regional de Campo Mourão e dentro da região de erosão número 1 do Paraná. A escolha dessa microbacia se deu em função da disponibilidade de dados e também pelo êxito dos trabalhos realizados nessa área. Além disso, essa foi uma das primeiras microbacias trabalhadas no Estado, estando à frente o extensionista rural Adolar Adur, um dos pioneiros nesse processo de manejo de solo e da água.

Essa microbacia possui uma área de 7.076 ha, sendo que aproximadamente 5.062 ha são cultivados com lavouras anuais (soja, milho e trigo), das quais 90% estão em Plantio Direto (PD) e os 10% restantes estão em fase de incorporação de calcário, descompactação de solo e outras práticas de manejo preparatórias para o ingresso no PD. Por sua vez, as pastagens ocupam uma área de 1.121 ha, e matas nativas, reflorestamento e outros ocupam 893 ha.

O manancial hídrico é constituído pelo rio do Campo, tendo como afluente principal o rio das Barras. O rio do Campo percorre dentro da microbacia um trecho de aproximadamente 12km, desde a sua nascente até a área de captação de água da Sanepar, na qual os dados de turbidez revelaram significativa redução após o término dos trabalhos de manejo do solo e da água, reduzindo-se o índice médio de turbidez anual de 169,8, em 1980, para 33,5 NTU³ em 1994. (Michellon, 2002: 50)

A topografia da área é predominantemente suave ondulada e, segundo a classificação da

² Informações obtidas junto ao Engº Agrº Belmiro Ruiz Marques (2000-1), chefe regional da Emater de Campo Mourão e de Bragagnolo e Parchen (1991).

³ A Unidade Nefelométrica de Turbidez da água, ou unidade de turbidez, é considerada como aquela produzida por um miligrama de sílica em um litro de água destilada. O Turbidímetro é o aparelho pelo qual é determinada a turbidez, e a medida é feita por comparação em uma escala padrão. Ou seja, toma-se uma medida da água a ser avaliada em comparação com um tubo de água limpa, e por processo fotoelétrico estima-se o índice que é dado em NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez da água). (Michellon, 2002: 49)

¹ Trata-se do X Congresso Brasileiro de Agronomia (CBA), realizado em Curitiba - PR, em 1979, e um dos mais significativos da história da categoria naqueles tempos sombrios.

Embrapa/SNCLS (1984), os solos predominantes são:

- i. LRA3 - Latossolo Roxo Álico. A moderado, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia;
- ii. LEa4 - Latossolo Vermelho Escuro Álico. A moderado, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia;
- iii. LEa5 - Latossolo Vermelho Escuro Álico. Textura média, fase floresta subtropical perenifólia.

Antes dos trabalhos de manejo e de conservação do solo e da água terem sido iniciados na condução das lavouras, era utilizado o sistema de mecanização intensiva, também conhecido como Plantio Convencional, através de aração e de gradagem do solo.

Os trabalhos evoluíram na microbacia, e hoje se encontra totalmente implantado o sistema de terraceamento mecânico: mais de 90% da área já está com Plantio Direto, foram reflorestados mais de 525 ha (247ha com espécies nativas e 277ha com espécies exóticas), foram construídos 16 abastecedores comunitários e readequados aproximadamente 82km de estradas (100% das existentes), além de outras práticas como preparo correto do solo, manejo da palha e adubação verde.

Por isso, com base nos problemas criados e nas soluções testadas, bem como nas experiências com problemas semelhantes observados em outros pontos do mundo, através de um crescente intercâmbio técnico-científico, evidenciou-se a necessidade de se conciliar desenvolvimento econômico com a manutenção dos recursos naturais renováveis, inclusive como garantia de sustentação do nível de produção alcançado pela agricultura paranaense.

Sendo assim, este artigo tem como objetivo principal mostrar o êxito do manejo integrado dos solos e da água, no controle da erosão, na Microbacia Hidrográfica Rio do Campo, e estimar o ganho dos produtores pela redução da perda de solos na área da mesma.

Material e métodos

Pela exposição feita acima é possível perceber que os trabalhos de manejo do solo e da água nas microbacias hidrográficas reduziram significativamente as perdas de solo por erosão, o que foi avaliado por um indicador qualitativo, que mede o índice de turbidez da água, o turbidímetro. Além disso, não se aprofundou essas avaliações de quantidades de solos perdidas pelos diferentes

processos de erosão, por não ser esse o principal objetivo desse estudo.

Servindo-se, entretanto, 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 utilizando-se dados de pesquisa sobre perdas de solo em plantio convencional e em plantio direto, foi possível estimar a quantidade de solo que deixou de ser perdida após a realização dos trabalhos de manejo dos solos e da água discutidos nesta pesquisa.

Sendo assim, com base nessas informações será estimada a redução das perdas de solo e também a redução das perdas monetárias ocasionadas pelo controle da erosão na Microbacia Rio do Campo, após a conclusão dos trabalhos. Mas neste ensaio estão 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 a pesquisa tem o propósito de mostrar a importância econômica e ambiental da redução das perdas de solo.

Para isso, utilizou-se do estudo no qual o estado do Paraná foi subdividido em oito macrorregiões, de acordo com a variabilidade sazonal do índice de erosividade mensal, adaptado de Rufino (1993). Essas divisões, plotadas na Figura 1, serviram também para adequar o restante dos dados obtidos, de modo que estes fossem representativos para estas regiões.

Desse modo, a partir da estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso de água sem uso de faixa filtro, feita pelos autores supracitados e que estão nas Tabelas 1 e 2, calculou-se as médias de redução nas perdas relativas de solo por tipo de cultivo, comparando-se a área com e sem terraceamento, tanto em toneladas por hectare por ano como também em porcentagem, conforme mostra a Tabela 3.

Para fazer essas estimativas foram tomados os dados contidos na Tabela 2 e fez-se os cálculos da perda média para o plantio direto com e sem terraços por tipo de cultivo. Por exemplo, tomando-se a Região 1, na qual está inserida a Microbacia Rio do Campo, calculou-se a perda média no plantio sem terraços para as rampas de 80, 160 e 240m, 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 12m, nas mesmas declividades de 6%, 12% e 18%. Esse mecanismo foi feito e repetido para as rotações de plantio Anual, Bianual, Crítica e Crítica com PD (plantio direto), cujas explicações do que vem a ser cada uma dessas rotações estão na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores controladores da erosão no Estado do Paraná

Regiões	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rotações características das regiões ⁽¹⁾</i>								
Anual	Soja/trigo	Soja/trigo	Soja/trigo	Soja/trigo	Soja/trigo	Soja/trigo	Soja/trigo	Soja/trigo
Bianual	Sj/tr//mi/tr	sj/tr//mi/tr	sj/tr//mi/tr	Sj/tr//mi/tr	soja/trigo	sj/tr//mi/tr	Sj/tr//mi/tr	Sj/tr//mi/tr
Crítica	Mandioca	bt/bt/po//mi/po	fj/fj/po	Mandioca	fj/fj/po	bt/bt/po//mi/po	Bt/bt/po//mi/po	Bt/bt/po//mi/po
Crítica_PD	Mand_PD			Mand_PD				
<i>Principais tipos de solos encontrados ⁽²⁾</i>								
Crítico	Pva	Cae	Lre	TR	Lre	Lla	PVa	Pva
Melhor solo	Lra	LRa	LE	LE	TR	LB	LE	LV
<i>Comprimentos de rampas característicos (m)</i>								
L1	80	150	200	200	200	200	200	200
L2	160	300	400	400	400	400	400	400
L3	240	450	600	600	600	600	600	600
<i>Declividades representativas (%)</i>								
D1	6	6	5	5	5	5	5	5
D2	12	12	10	10	10	10	10	10
D3	18	18	15	15	15	15	15	15
<i>Índice k para os terraços ⁽³⁾</i>								
Crítico	0,75	0,75	1,25	1,1	1,25	0,75	0,75	0,75
Melhor caso	1,25	1,25	1,25	1,25	1,1	1,25	1,25	1,25

Fonte: Roloff *et al.* (2001); ⁽¹⁾soja/trigo: plantio direto (anual); sj/tr//mi/tr: rotação de soja/trigo/milho/trigo em plantio direto (bianual); mandioca: plantio convencional (arado/grade/grade; crítica-anual); mandioca_PD: arranquio manual (crítica_PD-anual); bt/bt/po//mi/po: 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); fj/fj/po: feijão/feijão/pousio em plantio convencional (arado/grade/grade; pousio marmelada; crítica-anual). ⁽²⁾PVa: Podzólio Vermelho-Amarelo; Cae: Cambissolo eutrófico; LRe: Latossolo Roxo eutrófico; TR: Terra Roxa; Lla: Solo Litólico; LRa: Latossolo Roxo álico; LE: Latossolo Vermelho-Escuro. ⁽³⁾Fonte: Bublitz e Campos (1993)

Tabela 2. Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água em plantio direto sem o uso da faixa-filtro com e sem terraços no Estado do Paraná**Região 1**

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo												
Crítico	Rampas (m) *								Com Terraços (m)			
	80		160		240		19	15	12			
PVa	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%
Anual	6,6	16,9	29,9	8,9	24,6	45,3	10,6	30,7	57,8	3,6	6,6	9,7
Bianual	6,7	17,1	30,3	9,0	25,0	46,0	10,7	31,2	58,7	3,6	6,7	9,8
Crítica	137,2	351,9	623,2	185,2	513,6	945,4	225,7	655,2	1233,4	74,3	138,6	201,6
Crítica PD	21,8	56,0	99,1	29,5	81,7	150,4	35,1	101,9	191,9	11,8	22,1	32,1

Menos susctet	Rampas (m)								Com Terraços (m)			
	80			160			240		27	20	17	
LRA	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%
Anual	2,7	7,0	12,4	3,7	10,2	18,8	4,4	12,7	23,9	1,7	3,3	4,9
Bianual	2,8	7,1	12,5	3,7	10,3	19,0	4,4	12,9	24,3	1,7	3,3	4,9
Crítica	56,8	145,6	257,8	76,6	212,5	391,1	93,4	271,1	510,3	35,4	68,6	101,6
Crítica PD	9,0	23,2	41,0	12,2	33,8	62,2	14,5	42,2	79,4	5,6	10,9	16,2

Região 2

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegarão ao canal a partir de áreas de risco alto:												
Solo	Rampas (m)									Com Terraços		
	150			300			450			19	15	12
Crítico												
Cae	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%
Anual	12,0	33,0	60,5	16,2	48,2	91,8	19,3	60,1	117,2	4,9	9,2	13,4
Bianual	11,4	31,3	57,5	15,4	45,8	87,2	18,3	57,1	111,3	4,7	8,8	12,7
Crítica	111,5	307,1	563,3	159,1	473,6	902,6	290,3	904,7	1763,7	46,0	85,9	124,9

Menos suscet	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	150			300			450			27	20	17
LRa	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%	6%	12%	18%
Anual	1,6	4,5	8,2	3,4	10,1	19,2	7,6	23,8	46,4	0,8	1,5	2,2
Bianual	1,5	4,3	7,8	3,2	9,6	18,3	7,3	22,6	44,1	0,7	1,4	2,1
Crítica	20,1	55,4	101,5	27,1	80,8	154,0	61,2	190,7	371,7	9,6	18,5	27,4

Continua...

... Continuação

Região 3

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
Crítico	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
LRe	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	0,9	2,4	4,6	1,2	3,4	6,8	1,4	4,2	8,6	0,4	0,7	1,2
Bianual	1,1	2,9	5,7	1,5	4,2	8,5	1,7	5,2	10,7	0,5	0,9	1,4
Crítica	24,5	65,3	126,5	32,4	93,5	188,8	38,1	115,3	238,5	11,3	20,7	31,9

Menos suscet	Rampas									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
LE	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	0,8	2,2	4,3	1,1	3,2	6,4	1,3	3,9	8,1	0,4	0,7	1,1
Bianual	1,0	2,8	5,3	1,4	3,9	8,0	1,5	4,5	9,4	0,5	0,9	1,3
Crítica	23,0	61,2	118,7	30,4	87,7	177,1	35,7	108,2	223,8	10,6	19,4	29,9

Região 4

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			26	19	16
Crítico	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
TR	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	3,8	10,2	19,8	5,1	14,6	29,5	6,0	18,0	37,3	1,7	3,0	4,6
Bianual	4,0	10,6	20,6	5,3	15,2	30,8	6,2	18,8	38,9	1,8	3,2	4,8
Crítica	83,1	221,2	428,8	109,7	316,8	639,8	173,6	525,9	1088,0	36,5	65,6	100,3
Crítica_PD	11,4	30,4	58,8	15,1	43,5	87,8	17,7	53,6	110,9	5,0	9,0	13,8

Menos suscet	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
LE	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	0,2	0,6	1,1	0,3	0,8	1,6	0,3	1,0	2,0	0,1	0,2	0,3
Bianual	0,2	0,6	1,1	0,3	0,8	1,7	0,3	1,0	2,1	0,1	0,2	0,3
Crítica	5,7	15,3	29,6	7,6	21,9	44,2	8,9	27,0	55,8	2,6	4,8	7,5
Crítica_PD	0,6	1,7	3,2	0,8	2,4	4,8	1,0	2,9	6,1	0,3	0,5	0,8

Região 5

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
Crítico	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
LRe	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	1,1	2,9	5,6	1,4	4,1	8,3	1,7	5,1	10,5	0,5	0,9	1,4
Bianual	1,4	3,7	7,2	1,8	5,3	10,7	2,2	6,5	13,5	0,6	1,2	1,8
Crítica	35,8	95,4	184,9	26,8	77,4	156,3	31,5	95,5	197,5	9,4	17,1	26,4

Menos suscet	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
TR	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	1,0	2,7	5,2	1,3	3,9	7,8	1,6	4,8	9,8	0,5	0,9	1,3
Bianual	1,3	3,5	6,7	1,7	5,0	10,0	2,0	6,1	12,7	0,6	1,1	1,7
Crítica	19,0	50,6	98,1	25,1	72,5	146,4	29,5	89,4	185,1	8,8	16,1	24,7

Região 6

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			21	16	13
Crítico	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Lla	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	4,3	11,4	22,1	5,7	16,4	33,0	6,7	20,2	41,7	1,7	3,1	4,6
Bianual	4,9	13,1	25,4	6,5	18,8	37,9	7,6	23,1	47,9	2,0	3,5	5,3
Crítica	74,0	196,9	381,7	97,6	282,0	569,5	222,2	673,0	1392,3	29,9	52,7	79,5

Menos suscet	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
LB	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	0,3	0,8	1,5	0,4	1,1	2,3	0,5	1,4	2,9	0,1	0,3	0,4
Bianual	0,3	0,9	1,8	0,4	1,3	2,6	0,5	1,6	3,3	0,2	0,3	0,4
Crítica	7,2	19,3	37,3	9,5	27,6	55,7	11,2	34,0	70,4	3,3	6,1	9,4

Continua...

... Continuação

Região 7

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo Crítico	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			21	16	13
PVa	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	5,7	15,1	29,2	7,5	21,6	43,5	8,8	26,6	55,0	2,3	4,0	6,1
Bianual	5,8	15,4	29,9	7,6	22,1	44,6	9,0	27,3	56,4	2,3	4,1	6,2
Crítica	79,0	210,4	407,7	104,3	301,2	608,4	248,0	751,2	1554,1	32,0	56,3	70,0

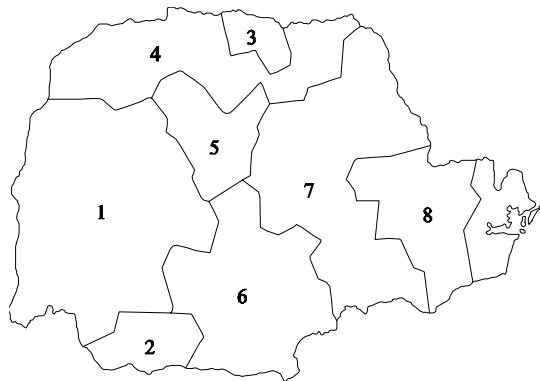
Menos suscet	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
LE	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	0,3	0,7	1,4	0,4	1,1	2,1	0,4	1,3	2,7	0,1	0,2	0,4
Bianual	0,3	0,8	1,5	0,4	1,1	2,2	0,4	1,3	2,8	0,1	0,2	0,4
Crítica	5,6	15,0	29,1	7,4	21,5	43,5	8,8	26,5	54,9	2,6	4,8	7,3

Região 8

Estimativa da quantidade de sedimentos que chegam ao curso d'água sem uso de faixa-filtro.

Solo Crítico	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			21	16	13
PVa	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	2,0	5,4	10,5	2,7	7,8	15,7	3,2	9,6	19,8	0,8	1,5	2,2
Bianual	2,8	7,5	14,5	3,7	10,7	21,6	4,4	13,2	27,3	1,1	2,0	3,0
Crítica	25,0	66,7	129,2	33,1	95,5	192,8	77,7	235,3	486,7	10,1	17,8	26,9

Menos suscet	Rampas (m)									Com Terraços (m)		
	200			400			600			29	22	18
LV	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Anual	0,2	0,4	0,9	0,2	0,6	1,3	0,3	0,8	1,6	0,1	0,1	0,2
Bianual	0,2	0,6	1,2	0,3	0,9	1,8	0,4	1,1	2,2	0,1	0,2	0,3
Crítica	3,0	7,9	15,2	3,9	11,3	22,7	4,6	13,9	28,7	1,4	2,5	3,8

Fonte: Roloff *et al.* (2001); *As rampas estão em metros e a declividade em percentual de acordo com a moda da região**Figura 1.** Regiões do Estado do Paraná conforme os índices de erosividade mensal. Fonte: Roloff *et al.*, 2001. Adaptado de Rufino (1993)**Tabela 3.** Estimativa da média de redução nas perdas relativas de solo para a região 1 do Paraná com o uso de terraceamento (emt ha⁻¹ ano⁻¹ e em %)

Região 1	Rotação			
	Anual ¹	Bianual ²	Crítica ³	Crítica PD ⁴
Toneladas	13,2	13,4	279,2	43,8
Percentual	65,3	65,3	65,5	65,3

Fonte: Michellon (2002), a partir de Roloff *et al.* (2001); (1) Sucessão de soja/trigo em plantio direto (anual). (2) Rotação de soja/trigo/milho/trigo em plantio direto (bianual). (3) 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). (4) Plantio Direto de mandioca com arranquio manual (crítica_PD-anual); Obs: para observar a ocorrência por região, ver Tabelas 1 e 2

Também foram feitos estes cálculos para estimar o percentual de redução de perdas de solo, seguindo-se o mesmo critério citado acima para as perdas em toneladas por hectare e por ano. Os dados mostram a importância dos terraços para os sistemas de plantio analisados, pois existe considerável polêmica sobre o seu uso no plantio direto. Mas é 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 construir-se os terraços é relativamente baixo, ao redor de US\$ 40/ha (Roloff e Bragagnolo, 1997) é possível a mecanização total da área, basicamente não há restrição por tipo de solo e o terraceamento oferece um efeito visual positivo, pelo embelezamento da propriedade.

Resultados e discussão

Uma vez feita esta caracterização foi tomada por base a metodologia citada para estimar a redução das perdas de solo nesta microbacia, cujos fatores controladores da erosão estão na Tabela 1. Ou seja, foi possível estimar as perdas de solo antes e depois da realização dos trabalhos de manejo do solo e da água na Microbacia Rio do Campo. Para isso,

lançou-se mão dos dados que foram estimados pelos autores citados, que estão na Tabela 2, e se procedeu ao cálculo das perdas de solo, conforme segue.

Tendo em vista que a MRC pertence à região 1 (Figura 1 e Tabela 2), e somando-se às informações específicas de relevo obtidas junto à Emater, estimou-se que a declividade média representativa para a área de plantio de soja, de trigo e de milho nesta microbacia é de 6,5%. Assim, utilizando-se dados da Tabela 2, elaborou-se a Tabela 4, para o solo menos suscetível à erosão na região 1, que corresponde ao solo dessa microbacia, com as ponderações necessárias, estimamos uma perda de solo de 3,92 t/ha/ano para o plantio direto sem terraços e de 1,84t ha⁻¹ ano⁻¹ para a área de plantio direto com terraços, o que corresponde a mais de 90% da área cultivada.

Além disso, considerando o dado estimado para o Paraná (Embrapa/SNLCS, 1984) de uma perda média de solo de 20t ha⁻¹ ano⁻¹ como sendo um cenário pessimista e, trabalhando-se com uma perda de 10t ha⁻¹ ano⁻¹ como sendo um cenário otimista, comparando-se com a redução obtida após a realização dos trabalhos de manejo e conservação do solo mais o plantio direto, percebe-se que houve uma possível redução na quantidade de sedimentos que chegam aos rios⁴ de 18,16t ha⁻¹ ano⁻¹ e de 8,16t ha ano, respectivamente.

Tomando-se, portanto, os custos de perda média de US\$ 2.33 por tonelada de terra, somente em macronutrientes, de acordo com os cálculos e aproximações que têm sido feitos no Paraná ao longo das últimas décadas, e atualizando esse valor pela inflação do dólar no período (Michellon, 2002), foi possível estimar o montante economizado pelos agricultores nessa microbacia.

Para isso, tomou-se a área média de 5.062 ha cultivados com soja, milho e trigo, nas rotações anual e bianual, e multiplicou-se pela quantidade de sedimentos que deixaram de chegar ao curso de água, de 18,16 e 8,16t ha⁻¹ ano⁻¹, no plantio direto com terraceamento, de acordo com os dois cenários adotados, o pessimista e o otimista. Feito isso, chegou-se a uma quantidade média de 91.926 e 41.306 toneladas de solo que deixaram de ser perdidas por ano somente nessa microbacia, respectivamente, conforme mostra a Tabela 5.

Assim sendo, calculando-se as perdas monetárias que deixaram de existir, nesta seleção escolhida, por aproximar-se da realidade da Microbacia Rio do Campo, sabendo-se que é possível fazer-se várias

simulações⁵, chega-se à conclusão de que os 120 produtores da Microbacia Rio do Campo deixaram de perder entre US\$ 214,187.39 e US\$96,242.79 por ano. Em outras palavras, esses valores representam o custo mínimo de reposição dos macronutrientes que seriam perdidos cultivando-se soja, trigo e milho, se não existissem esses programas de manejo de solo e de água em microbacias hidrográficas.

Além disso, fazendo-se os cálculos comparativos entre os custos do terraceamento da área de 5.062 hectares, rateados por 20 anos, resultando-se num montante de US\$10,124.00 por ano, de acordo com a Tabela 6, percebe-se que a economia de US\$ 204,063.58 por ano, representa um valor mínimo que não será perdido pela erosão. Por sua vez, no período de 20 anos, a economia ultrapassa a casa dos 4 milhões de dólares.

Torna-se necessário esclarecer uma vez mais que nestes dados foram consideradas apenas as perdas dos principais nutrientes presentes no solo, pois não foram levadas em consideração as perdas físicas de solo e nem o valor de existência do mesmo. Ou seja, se fosse considerado o preço do solo em si mesmo, as partículas originárias das rochas, que após sofrerem intenso processo de intemperismo formaram a camada superficial da terra (também conhecida como camada de solo agrícola, que demora, grosso modo, 400 anos para formar 1cm), os valores seriam bem mais altos.

Além disso, pelas pesquisas e análises de conjuntura realizadas mensalmente, no Deral/Seab⁶, constatou-se um constante deslocamento dos produtores das regiões mais valorizadas em direção às menos valorizadas, incluindo-se aí as terras ao redor de Campo Mourão, especialmente na década de 80, quando a disponibilização de tecnologias de cultivo e de manejo do solo possibilitaram a utilização de terras antes marginalizadas com alta produtividade (Michellon, 1985).

Por isso, o custo de reposição dos nutrientes perdidos seria altíssimo, e essa redução de perdas tem sido um dos fatores que tem contribuído para a melhoria da produtividade nas diversas atividades agrícolas do Paraná em geral, e desta microbacia em particular.

⁴ Esta quantidade de sedimentos de 1,84 t/ha/ano ainda poderá ser retida pela mata ciliar, na sua quase totalidade, de acordo com a largura da faixa-filtro nas margens do manancial de água.

⁵ "A redução nas perdas entre os sistemas críticos (convencional) e os sistemas de PD (Plantio Direto) na palha foram em média de 92%. As maiores perdas de solo foram identificadas para a região 7, sob a rotação batata/batata/pousio //milho/pousio, a qual apresentou perda média máxima de 2.040,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (= t/ha/ano) em Podzólico Vermelho-Amarelo, para rampas de 600m com 15% de declividade". (Rolloff *et al.*, 2001: 6)

⁶ Departamento de Economia Rural da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.

Tabela 4. Estimativa da perda média de solo em plantio convencional e em plantio direto com e sem terraços em culturas anuais, no Brasil, no Paraná e na Microbacia Rio do Campo, em 2001. ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)

Brasil ¹			Paraná ²		Microbacia Rio do Campo ³		
Plantio Convencional	Plantio Direto	Redução perdas PD/PC	Plantio Convencional	P. Direto s/ terraços	P. Direto c/ terraços	Red. Perdas PDct/PC	Redução Perdas PDct/PDst
29,0	6,9	-22,1	20,0	3,92	1,84	- 18,16	- 2,08

Fonte: Michellon (2002), a partir de: 1. Estimativa da média de 22 experimentos, conforme Borges (2001). 2. Estimativa média utilizada no Paraná nos anos de 1980's a partir de Embrapa/SNLCs (1984). 3. Estimativa de quantidade média ponderada de sedimentos que chegam ao curso d'água sem o uso de faixa-filtro para uma declividade média estimada para a Microbacia Rio do Campo de 6,5%, a partir de Roloff *et al.* (2001)

Tabela 5. Estimativa da perda total de solo em plantio direto (pd) e em plantio convencional (pc) com e sem trabalhos na microbacia Rio do Campo

Sistema de Plantio	Área (ha)	Perdas ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)	Perda Total ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)	Varição ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)	Perdas (US\$ ano^{-1})	Perdas %
PD - em microbacias ^A	5.062	1.84 ¹	9.314		21.701,62	100
PC - cenário otimista ^B	5.062	10,0	50.620	^B - ^A = 41.306	117.944,60	543
PC - cenário pessimista ^C	5.062	20,0 ²	101.240	^C - ^A = 91.926	235.889,20	1.087

Fonte: Michellon (2002), a partir de: 1. Estimativa da quantidade média ponderada de sedimentos que chegam ao curso d'água sem o uso de faixa-filtro para uma declividade média estimada para a Microbacia Rio do Campo de 6,5%, a partir de Roloff *et al.* (2001). 2. Estimativa média utilizada no Paraná nos anos 1980's, a partir de Embrapa/SNLCs (1984)

Tabela 6. Comparação do custo médio do terraceamento com a estimativa da redução de perdas monetárias média após a execução dos trabalhos na microbacia Rio do Campo na área de plantio - 5.062 ha.(US\$ 12/2000)

Perda Média Histórica ^A	"Perda" Com Microbacias ^B	Redução de Perdas ^{A - B = C}	Custo Trabalho Média - 20 Anos ^D	Economia Para Sociedade ^{C - D = E}
235,889,20	21,701,62	214,187,58	10,124,00	204,063,58

Fonte: Michellon (2002), a partir de: ^AReferente aos cálculos para a perda de 101.240 toneladas de solos por ano. ^BReferente aos cálculos para a perda de 9.314 t/ano. Esta perda, todavia, poderá ser reduzida próxima a zero, dependendo da largura da faixa-filtro (mata ciliar). ^DCusto médio anual do terraceamento da Microbacia Hidrográfica Rio do Campo para um horizonte de 20 anos. ^ENo período de 20 anos o montante será de US\$ 4,081,271.60. Além disso, essa economia anual poderá ser ampliada em função da manutenção desse sistema de manejo do solo e da água e, também, pelo valor não-calculado, neste trabalho, dos recursos naturais e de seu valor de existência

Conclusão

Estes trabalhos de manejo do solo e da água, agronomicamente corretos, realizados na Microbacia Hidrográfica do Rio do Campo, no entorno da conservação dos solos, garantiram não só a redução da erosão para níveis mínimos, mas também possibilitaram a orquestração dos interesses locais para outras atividades de cunho socioeconômico e ecológico.

Em suma, nos 5.062 hectares cultivados na Microbacia Rio do Campo havia uma perda média histórica de 101.240 toneladas de solos por ano, que foi reduzida para 9.134 t/ano, representando uma redução de 92.106 toneladas de solos que deixaram de ser carregadas para os rios, represas e lagos. Conforme se advertiu, esse montante poderá se aproximar de zero, dependendo da existência e da largura da faixa-filtro de mata ciliar.

Avaliando-se monetariamente o êxito desse manejo de solos e da água, percebe-se que a perda média histórica representava US\$235,889.20 por ano, que caiu para US\$21,701.62 após o término dos trabalhos, o que permitiu uma redução nas perdas da ordem de US\$214,187.20 por ano.

Esses dados ficam mais significativos quando comparados aos custos anuais do trabalho de conservação dos solos, que ficou na média de US\$10,124.00, proporcionando uma economia de

US\$204,063.58 por ano para a sociedade. No período de 20 anos o montante economizado será de US\$4,081,271.60. Outrossim, essa economia anual poderá ser ampliada em função da manutenção desse sistema de manejo do solo e da água e, também, pelo valor não-calculado, nesta pesquisa, dos recursos naturais e de seu valor de existência.

No momento, existe mata ciliar em toda a área da microbacia. Os trabalhos de controle biológico de pragas são realizados sistematicamente, através do Manejo Integrado de Pragas - MIP, reduzindo-se consideravelmente a utilização de agrotóxicos. Por conseguinte, tem-se verificado a redução da poluição do solo e da água, que havia atingido índices insuportáveis no final da década de 70 e início dos anos 80, do século XX, cujo movimento da sociedade em defesa do meio ambiente culminou na Lei Municipal nº 380 de 27 de junho de 1983. Por essa lei, a Prefeitura Municipal de Campo Mourão declarou a Microbacia Rio do Campo como área de preservação permanente.

A Microbacia Rio do Campo tem sido utilizada, além disso, como laboratório de estudo a céu aberto para estudantes, pesquisadores, extensionistas e produtores rurais. Todo esse conjunto de ações lhe valeram o prêmio Paraná Ambiental do ano de 1999, como reconhecimento pelo êxito ambiental dos trabalhos ali realizados e, agora, lançou-se luz também sobre os aspectos econômicos dessas

práticas, especialmente com relação ao controle da erosão e à redução das perdas de solo.

O desafio que se coloca é justamente o de manter e de ampliar os trabalhos de manejo do solo e da água em microbacias hidrográficas, com o conjunto de inovações que lhe são inerentes, tais como: terraceamento, plantio direto, adubação verde, manejo integrado de pragas, rotação de culturas e adequação de estradas, entre outras, que apontem para o desenvolvimento regional sustentável.

Referências

- BENNETT, H. H. *Soil conservation*. New York: McGraw-Hill, 1939.
- BORGES FILHO, E. L. *O desenvolvimento do plantio direto no Brasil*. 2001. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Economia, Universidade de Campinas, Campinas, 2001.
- BRAGAGNOLO, N.; PARCHEN, C. A. P. *Erosão e conservação de solos no Paraná*. Curitiba: Seab/Emater, 1991.
- BRAGAGNOLO, N. *et al.* *Solo: uma experiência em manejo e conservação*. Curitiba: Ed. Do Autor, 1997.
- BUBLITZ, U.; CAMPOS, L. C. Adequação de estradas rurais em microbacias hidrográficas. Curitiba: Emater e DER, 1993.
- EMBRAPA/SNLCS. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná*. Londrina: Sudesul/Embrapa/Iapar, 1984. 2V. 791p. (Boletim Técnico, 57).
- MICHELLON, E. Vendas de terras - Núcleo Regional de Maringá. In: *Vendas de terras no Paraná em 1984*. Curitiba: Deral/Seab, 1985.
- MICHELLON, E. Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná. *Relatórios mensais Deral/Seab*. Maringá, 1985 a 1995.
- MICHELLON, E. *Políticas públicas, mercado de terras e o meio ambiente: uma análise a partir do Paraná*. Tese (Doutorado) - Campinas: Instituto de Economia/Unicamp, 2002.
- ROLOFF, G. *et al.* Metodologia para o manejo de bacias hidrográficas influentes em mananciais de abastecimento e geração de energia. Curitiba: Mimeo, jul. 2001.
- ROLOFF, G.; BRAGAGNOLO, N. Strategies for successful conservation programs: the case of Paraná State, Brazil. *The Land*, Norwich, v. 1, n.3, p. 171-182, 1997.
- RUFINO, R. L. *et al.* Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná, através da pluviometria: terceira aproximação. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 17, p.439-44, 1993.
- SEAB. Relatório Final do Programa de Manejo e Conservação de Solos e Controle da Poluição - Paraná Rural. Curitiba, 1997.
- TERRA. Microbacias: a lógica do solo. *Revista Oficial da Faeab* (Federação das Associações de Engenheiros Agrônomos do Brasil). Agosto/setembro de 1988.

Received on March 07, 2003.

Accepted on October 24, 2003.