

VALORAÇÃO DA EROSIÃO DO SOLO E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO ESPAÇO RURAL DO MUNICÍPIO DE ARARAS, SP

*Sérgio Gomes Tôsto¹ – Lauro Charlet Pereira²
Ademar Ribeiro Romeiro³ – Ranulfo Paiva Sobrinho⁴
Daniel Andrade Caixeta⁵ – Gustavo Souza Valladares⁶*

Sumário: Introdução; 1. Objetivo; 2. Metodologia; 3. Resultados e discussão; Referências.

-
- ¹ Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador A da Embrapa Monitoramento por Satélite. *E-mail: sgtosto@gmail.com*
- ² Doutor em Planejamento e Gestão Ambiental. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador A da Embrapa Meio Ambiente. *E-mail: lauro@cnpm.embrapa.br*
- ³ Doutor em Economia pelo École des Hautes Études en Sciences Sociales. França. Professor Titular do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). *E-mail: ademar@eco.unicamp.br*
- ⁴ Doutorando em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Ecólogo. *E-mail: ranulfopsobrinho@yahoo.com.br*
- ⁵ Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Economista. Professor Adjunto da Universidade Federal de Uberlândia. *E-mail: caixetaandrade@yahoo.com.br*
- ⁶ Doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC). *E-mail: valladares@ufc.br*

INTRODUÇÃO

Historicamente, o desenvolvimento econômico global, na grande maioria dos países, apoiou-se na exploração e na utilização dos recursos naturais, exercendo, assim, uma pressão sobre os sistemas naturais, com efeitos adversos na qualidade do meio ambiente.

O setor agropecuário é o responsável por produzir grande parte de alimentos e de fibras, porém, dada a tecnologia em uso, pode levar a uma série de efeitos indesejáveis no sistema produtivo.

A revolução verde, por meio do modelo industrial-produtivista de apropriação da natureza, acelerou de forma alarmante a degradação ambiental e social do espaço rural. O alto grau de industrialização trouxe, num primeiro momento, o aumento da produção e da produtividade, principalmente nos produtos de exportação – as *commodities* agrícolas. O incremento no uso de insumos, da mecanização e da expansão de monocultivos nas maiorias dos cultivos agrícolas, levou à degradação de grandes superfícies, muitas delas abandonadas depois de poucos anos de cultivo. O agravamento desses problemas se deu com a intensificação da produção em áreas não aptas, ou acima de sua capacidade de suporte, provocando erosão e contaminação de solos e de água com agroquímicos, tornando-os cada vez mais dependentes do aporte de energia externa e reduzindo a sua capacidade produtiva ao longo do tempo. Isso devido, em grande parte, à falta de uma visão mais abrangente entre a produtividade e a estabilidade dos ecossistemas tropicais (MARQUES; SKORUPA; FERRAZ, 2003).

O solo é um recurso natural fundamental para a produção agrícola graças a um conjunto de propriedades que permitem sustentação às plantas, e lhes dá condições necessárias de desenvolvimento. Tem um importante papel no meio ambiente, onde funciona como integrador ambiental e reator, acumulando energia solar na forma de matéria orgânica, reciclando água, nutrientes e outros elementos e alterando compostos químicos. Desse modo, o solo tem importante função ecológica, influenciando de forma positiva a qualidade ambiental e o funcionamento global da biosfera.

Seroa da Motta (1989) comenta que a erosão hídrica dos solos é uma das mais severas externalidades negativas, podendo trazer sérias consequências ao meio ambiente.

A erosão do solo agrícola tem se caracterizado como um dos mais preocupantes problemas causados pela agricultura, tanto da perspecti-

va dos efeitos ambientais quanto da dos problemas causados à própria produção agrícola (LOMBARDI NETO *et al.* 1989).

A erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, ocasionado pela ação da água ou do vento, sendo a principal causa de degradação das terras agrícolas. A erosão hídrica é um processo natural relacionado à formação do relevo e dos solos, cuja intensidade pode ser aumentada a ponto de causar degradação ambiental, principalmente em função do uso agrícola com práticas inadequadas (LOMBARDI NETO *et al.* 1989).

O processo erosivo compreende três etapas distintas: ruptura dos agregados, transporte de partículas e deposição dos sedimentos. Os processos de ruptura dos agregados e de transporte são mais extensos nas áreas agrícolas intensamente mecanizadas. A desagregação compreende o processo de redução do tamanho dos agregados, ou seja, a individualização das partículas agregadas do solo, que é causada, principalmente, pelo impacto direto das gotas de chuva na superfície.

As partículas desagregadas salpicam com as gotículas de chuva e retornam à superfície selando a porosidade superficial, o que reduz num segundo momento a infiltração de água. À medida que aumenta a intensidade da chuva e esta passa a ser maior que a taxa de infiltração, começa também a haver acúmulo de água sobre a superfície do solo, iniciando-se a segunda fase do processo, que é o transporte das partículas, ou seja, o escoamento superficial.

O transporte pode ocorrer mesmo não havendo a ruptura dos agregados, basta que a energia da enxurrada seja suficientemente alta para promover o arraste das partículas de solo. Finalmente, a deposição ocorre nas áreas de sedimentação e nos leitos dos rios, resultando em perdas de água e solos nas bacias hidrográficas, causando impactos negativos nos sistemas produtivos, pela degradação do solo, e no meio ambiente, pelo assoreamento de rios e desabastecimento dos mananciais hídricos. A degradação do solo causada pelos processos erosivos constitui-se em uma ameaça iminente para a sustentabilidade agrícola. Os efeitos negativos do processo erosivo têm abrangência local (*on-site*), que são impactos diretos na qualidade do solo e no rendimento das lavouras, e outros, geram impactos em âmbito global (*off-site*), ou indiretos, como as mudanças na qualidade das águas naturais, danos à estrutura viária, inundações nas cidades, danos à estrutura civil, rompimento de barreiras e interdição de estradas, sedimentação de rios e reservatórios, desmatamento e desertificação.

Os efeitos diretos estão relacionados aos danos causados às propriedades químicas e físicas dos solos, como a perda de nutrientes, de água disponível para as plantas, de matéria orgânica, desestruturação das propriedades físicas dos solos, e também a perda de área agricultável. Estes efeitos obrigam os produtores a utilizarem uma dosagem adicional de fertilizante para manter a fertilidade do solo, a realizarem reparos em benfeitorias da propriedade, a realizarem replantio, assim, há um relativo aumento nos custos de produção como reflexos dos custos financeiros causados pela erosão.

Os solos e os seus organismos podem ser afetados pelo manejo adotado pelos produtores rurais. A atividade agrícola predatória, o desmatamento fora de limites e as mudanças globais podem acarretar consequências maléficas para o solo e sua biodiversidade, tais como: (i) perda da produção agrícola; (ii) redução das taxas de aporte e decomposição da matéria orgânica; (iii) ruptura ou alterações nos ciclos globais de nutrientes; (iv) aumento das emissões de gases causadores do efeito estufa e (v) degradação de terras, erosão e desertificação; (vi) perda de água, entre outras.

A degradação do solo por erosão é um grave problema mundial da atualidade, o recurso solo é finito, não renovável na escala de duração da vida humana, e frágil para ser explorado de forma inadequada.

A perda de produtividade das culturas cultivadas, a degeneração das pastagens e a perda de área física cultivável são consideradas os principais impactos causados pela erosão nas propriedades rurais. Economicamente, temos a redução da oferta de alimentos, a perda de renda, a diminuição da área agrícola *per capita* e a perda, às vezes irreversível, de terras ocupadas por sulcos e voçorocas, em que estas representam um processo erosivo em estágio muito avançado.

A intensidade de uso exprime a maior ou a menor mobilização imposta ao solo, expondo-o a certo risco de erosão e/ou perda da produtividade. Geralmente, culturas anuais impõem alta intensidade de uso, enquanto vegetações naturais representam o mais baixo grau de intensidade de uso.

Do ponto de vista econômico, indica que a exploração dos recursos do solo, com um determinado estoque de fertilidade natural, pode ser benéfica para o produtor rural. Assim, esse estoque alto de fertilidade natural pode dar suporte às explorações agrícolas por muito tempo, não onerando os custos de produção. Se esta fertilidade natural, através de um manejo adequado do solo, for mantida constante, os custos de produção poderiam ser levados a uma diminuição, resultando em maiores receitas e retornos líquidos para o produtor rural.

1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo estimar as taxas de erosão para as atividades agrícolas exploradas no Município de Araras e estimar o valor econômico para repor os nutrientes perdidos com o processo da erosão.

2 METODOLOGIA

O Método do Custo de Reposição (MCR) apresenta uma das ideias básicas quando se pensa em prejuízo: a reparação por um dano provocado. Assim, o MCR se baseia no custo de reposição ou restauração de um bem danificado e entende esse custo como uma medida do seu benefício. (PEARCE, 1993) Para esse autor, o MCR é, frequentemente, utilizado como uma medida do dano causado. Essa abordagem é correta nas situações em que é possível argumentar que a reparação do dano deve acontecer por causa de alguma outra restrição, por exemplo, de ordem institucional. É o caso do padrão de qualidade da água: os custos para alcançá-lo são uma *proxy* dos benefícios que esse padrão proporciona à sociedade.

A operacionalização desse método é feita pela agregação dos gastos efetuados na reparação dos efeitos negativos provocados por algum distúrbio na qualidade ambiental de um recurso utilizado numa função de produção. Na função de produção, os gastos com todo o processo de recuperação do bem ou do serviço ambiental servem como uma medida aproximada do benefício que a sociedade auferir por ter um determinado recurso.

Existem várias aproximações para a estimação do valor econômico da erosão, sendo a mais comum a mensuração dos custos de reposição dos nutrientes perdidos via aplicação de fertilizantes industrializados. Serão levados em conta apenas os danos causados pela erosão na propriedade agrícola. Aqueles efeitos observados fora da propriedade (*off-site*) serão desconsiderados, embora não sejam, em nenhum momento, menos importantes que os ocorridos *in situ*.

A aplicação do método do custo de reposição de nutrientes, cuja ideia básica é a quantificação das perdas de nutrientes, usando-se como parâmetro a equivalência de preços de fertilizantes encontrados no mercado, envolve quatro procedimentos: i. quantificação das perdas de solo por cultura; ii. identificação da quantidade de nutrientes carregada pelo processo erosivo (nitrogênio – N, fósforo – P, potássio – K, cálcio e magnésio –

Ca+Mg); iii. conversão da quantidade de nutrientes em equivalentes de fertilizantes necessários para repor a fertilidade do solo; iv. mensuração dos custos de aplicação dos fertilizantes.

No presente trabalho, utilizou-se uma adaptação do método do custo de reposição dos nutrientes proposto por Marques (1995), adicionado do custo de aplicação dos fertilizantes para se atribuir valor monetário aos impactos relacionados à erosão do solo em cada atividade agrícola do Município.

$$\text{Valor econômico da perda de solo agrícola} = \sum_{i=1}^n (Q_n * P_n) + \text{Caf},$$

onde:

Q_n = Quantidade de nutrientes necessários para a reposição da fertilidade do solo observada nas amostras;

P_n = Preço de mercado de cada fertilizante industrializado;

Caf = Custo de aplicação dos fertilizantes.

A estimativa das taxas de perda de solo na área de estudo foi efetivada aplicando o modelo USLE – Universal Soil Loss Equation (WISCHMEIER; SMITH, 1978), também conhecido por Equação Universal de Perda de Solo, que foi adaptado para uso nas condições brasileiras por Bertoni e Lombardi Neto (1990). O modelo estima a perda média de solo, sob sistemas de cultivo e manejo, tendo por base os valores médios de eventos de precipitação ocorridos, considerando uma série de observações de 20 anos ou mais (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Consiste de um modelo multiplicativo, pelo qual a perda média anual de solo é obtida pelo produto de seis fatores determinantes, de acordo com a equação:

$$A = R * K * L * S * C * P, \text{ onde:}$$

A = perda anual de solo em $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

R = fator erosividade da precipitação e da enxurrada, em $\text{M} \cdot \text{J} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$;

K = fator erodibilidade do solo, definido pela intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações normais, em um declive de 9% e comprimento de rampa de 25m em $\text{Mg} \cdot \text{ha} \cdot \text{h} / \text{ha} \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm}$;

L = fator comprimento da encosta, definido pela relação de perdas de solo entre uma encosta com um comprimento qualquer e uma encosta com 25m de comprimento, para o mesmo solo e grau de inclinação;

S = fator grau de declividade, definido pela reação de perdas de solo entre um terreno com uma declividade qualquer e um terreno com declividade de 9%, para o mesmo solo e comprimento de rampa;

C = fator de cobertura e manejo da cultura, definido pela relação de perdas de solo entre um terreno cultivado e dadas condições e um terreno mantido continuamente descoberto, em condições semelhantes àquelas em que o fator K é avaliado, adimensional;

P = fator prática de controle de erosão, relação de perdas de solo entre um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo, adimensional.

Os fatores R,K,L e S dependem das condições naturais do clima, do solo e do terreno, definindo o potencial natural de erosão, já os fatores C e P são antrópicos ou relacionados com as formas de manejo do solo e do uso e ocupação das terras. Os valores para o fator C utilizados para este trabalho estão mostrados na Tabela 1.

O fator R foi calculado a partir do potencial erosivo da chuva (ero-sividade) na região do município de Araras, seguindo a metodologia estabelecida por Bertoni e Lombardi Neto (1990), e os valores encontrados para o fator erosividade (R) variaram entre 8.791 a 9.043 MJ.mm.ha⁻¹.ha⁻¹.ano⁻¹.

Foram utilizados os seguintes fatores C, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Valores do Fator “C”

Uso fator “c”	Fator “C”
Cafeicultura	0,02010
Cana-de-açúcar crua	0,03770
Cana-de-açúcar queimada	0,07540
Citricultura	0,02470
Cultura anual (soja + milho)	0,10231
Floresta secundária	0,00077
Pastagem	0,01000

Fonte: Os autores (2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o conjunto de dados e de informações gerado, foi elaborado o mapa de perdas de solo para o Município e pode-se verificar que há locais na região em que, muito embora sejam pequenos, a taxa de perdas de

solos pode atingir níveis que variam de 24 a 60 e de 60 até 120 t.ha⁻¹.ano⁻¹, conforme mostra a Figura 1.

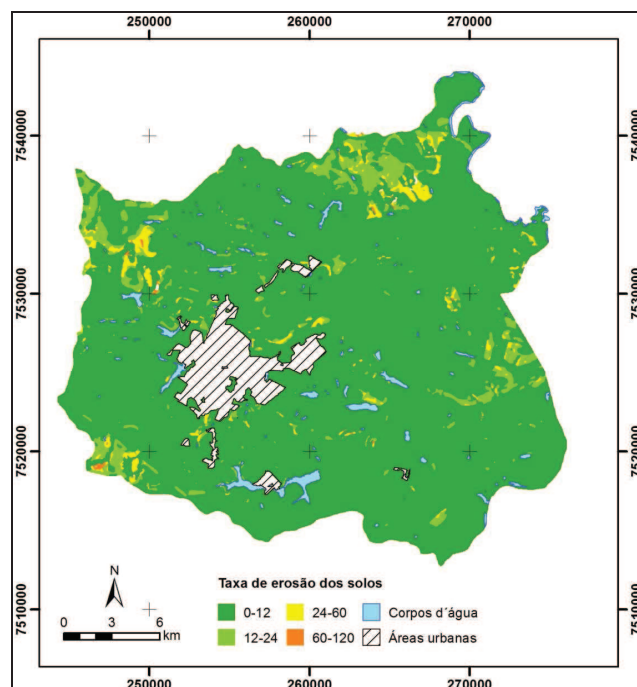
Foram encontradas as seguintes taxas de erosão para as atividades agrícolas exploradas no Município, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Taxa de Perda de Solos

Uso do solo	Taxa de perda de solos T.ha ⁻¹ .ano ⁻¹
Cafeicultura	2,87
Cana-de-açúcar crua	3,95
Cana-de-açúcar queimada	14,88
Citricultura	2,94
Cultura anual (soja + milho)	14,40
Floresta secundária	0,99
Pastagem	1,81

Fonte: Os autores (2007).

Figura 1 - Mapa da Taxa de Erosão dos Solos do Município de Araras, SP



Fonte: Os autores (2007).

A Tabela 3, em seguida, sintetiza as perdas totais de solo e de nutrientes no Município de Araras-SP, no ano de 2007. Percebe-se que o tipo de uso que mais apresentou perdas totais de solo foram, respectivamente, a cana-de-açúcar queimada, a cana-de-açúcar crua, a fruticultura e a cultura anual. Considerando apenas o sistema cana-de-açúcar (crua e queimada), tem-se que o sistema é responsável por aproximadamente 75,69% das perdas de solo no município. Os quatro tipos de uso dos solos citados anteriormente são responsáveis pela quase totalidade das perdas de solo ocorridas na área em estudo no ano de 2007 (cerca de 94,13%).

Tabela 3 - Perda Total de Solo e de Nutrientes

Uso das terras	Área (ha)	Perda solo T.ha ⁻¹ ano ⁻¹	Perda N T.ano ⁻¹	Perda P T.ano ⁻¹	Perda K T.ano ⁻¹	Perda Ca+Mg T.ano ⁻¹
Cafeicultura	328,55	945,00	0,91	0,03	0,09	0,89
Cana-de-açúcar crua	25.472,16	100.772,95	97,49	2,66	10,13	95,60
Cana-de-açúcar queimada	9.098,97	135.409,05	131,00	3,57	13,61	128,46
Citricultura	11.938,67	35.103,27	33,96	0,92	3,53	33,30
Cultura anual (soja + milho)	1.687,64	24.309,77	23,51	0,64	2,44	23,06
Floresta secundária	3.011,99	2.999,33	2,90	0,08	0,30	2,84
Pastagem	1.337,41	427,9341	2,35	0,06	0,24	2,30

Fonte: Os autores (2007).

O passo seguinte foi converter as quantidades perdidas de nutrientes em equivalentes de fertilizantes, utilizando-se a seguinte equação e o índice de equivalência fornecido por Bellinazzi Jr., Bertoni e Lombardi Neto: (1981)

$$QF_i = \sum_{j=1}^n NSj * TF_i \quad (3)$$

Em que:

QF_i = quantidade correspondente de fertilizantes (t);

NSj = teor médio do j-ésimo nutriente perdido nos solos da bacia (t);

TF_i = índice de equivalência entre nutrientes e fertilizantes.

A Tabela 4, em seguida, apresenta as quantidades de fertilizantes necessárias para repor a fertilidade do solo perdida no processo de erosão por tipo de uso do solo na região. Com base nos preços de mercado dos fertilizantes considerados (sulfato de amônia, superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico), conforme ilustrado na Tabela 4, foi possível conhecer o custo monetário de aquisição dos fertilizantes necessários.

Tabela 4 - Quantidade de Fertilizantes Necessárias Para Reposição dos Nutrientes em Toneladas

Uso das terras	Sulfato amônia	Superfosfato simples	Cloreto potássio	Calcário dolomítico
Cafeicultura	4,57	0,14	0,163	2,35
Cana-de-açúcar crua	487,48	14,79	17,43	251,44
Cana-de-açúcar queimada	655,04	19,88	23,42	337,86
Citricultura	169,812	5,15	6,07	87,58
Cultura anual (soja + milho)	117,59	3,56	4,20	60,65
Floresta secundária	14,50	0,44	0,51	7,48
Pastagem	11,74	0,35	0,42	6,05

Fonte: Os autores (2007).

A Tabela 5 mostra os valores médios de fertilizantes e corretivos levantados junto ao órgão de pesquisa estadual.

Tabela 5 - Preço Médio dos Fertilizantes no Ano de 2007

Fertilizante	Preço médio ¹ (R\$/T)
Sulfato de amônia	832,79
Superfosfato simples	650,80
Cloreto de potássio	1.083,67
Calcário dolomítico	31,25

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

Nota: Média dos preços nos meses do ano de 2007.

A etapa final de aplicação do método consistiu em agregar ao custo monetário calculado acima o custo de aplicação dos fertilizantes (equação 1). Tais custos foram compilados do Relatório do Projeto ECO-AGRI, que calculou os custos associados de serviços e de transportes para aplicação dos fertilizantes por tipo de cobertura do solo na bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, na qual o Município de Ara-

ras-SP se insere (R\$42,02 por tonelada de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio, e R\$ 128,87 por tonelada para o calcário dolomítico). As Tabelas 6 e 7 apresentam, respectivamente, os custos de reposição de nutrientes total e por hectare (reais, de 2007) para os tipos de uso analisados no Município em questão

Tabela 6 - Custo de Reposição de Fertilizantes

Uso das terras	Sulfato amônia	Superfosfato simples	Cloreto potássio	Calcário dolomítico
Cafeicultura	3.807,08	90,30	177,16	73,68
Cana-de-açúcar crua	405.976,12	9.630,18	18.892,13	7.857,56
Cana-de-açúcar queimada	545.511,83	1.2940,12	25.385,44	1.0558,23
Citricultura	141.417,79	33.54,58	6.580,89	2.737,10
Cultura anual (soja + milho)	97.934,90	2.323,12	4.557,41	1.895,50
Floresta secundária	12.083,20	286,62	562,29	233,86
Pastagem	9.781,22	232,02	455,17	189,31

Fonte: Os autores (2007).

Tabela 7 - Custo de Aplicação dos Fertilizantes Necessários Para a Reposição da Fertilidade do Solo, em Reais

Tipo de uso do solo	Sulfato amônia	Superfosfato simples	Cloreto potássio	Calcário dolomítico
Cafeicultura	239,09	7,26	8,55	378,21
Cana-de-açúcar crua	20.471,38	621,40	732,09	32.382,89
Cana-de-açúcar queimada	26.301,77	798,38	940,60	41.605,77
Floresta Antropizada	1.108,60	33,65	39,65	1.753,65
Cultura anual (soja + milho)	4.316,77	131,03	154,38	6.828,53
Citricultura	7.081,34	214,95	253,24	11.201,71
Pastagem	537,80	16,32	19,23	850,72

Fonte: Os autores (2007).

A Tabela 8 mostra a estimativa do custo de reposição de nutrientes (custos dos fertilizantes + custos de aplicação) por tipo de uso do solo no Município de Araras-SP, no ano de 2007 (em reais, de 2007).

Tabela 8 - Estimativa do Custo de Reposição de Nutrientes (R\$)

Uso das terras	Sulfato amônia	Superfosfato simples	Cloreto potássio	Calcário dolomítico	Total
Cafeicultura	3.999,17	96,14	184,03	377,55	4.656,90
Cana-de-açúcar crua	426.460,42	10.251,98	19.624,69	40.260,89	496.597,98
Cana-de-açúcar queimada	573.036,67	13.775,62	26.369,78	54.098,73	667.280,81
Citricultura	148.553,30	3.571,18	6.836,07	14.024,49	172.985,03
Cultura anual (soja + milho)	102.876,39	2.473,12	4.734,13	9.712,26	119.795,90
Floresta secundária	12.692,89	305,13	584,10	1.198,30	14.780,41
Mata ciliar	-	-	-	-	-
Pastagem	10.274,76	247,00	472,82	970,01	11.964,59
TOTAL GERAL					1.487.992,62

Fonte: Os autores (2007).

Tabela 9 - Estimativa do Custo de Reposição de Nutrientes (Custos dos Fertilizantes + Custos de Aplicação)

Uso das terras	Custo de reposição de nutrientes (R\$.ha ⁻¹)
Cafeicultura	14,17
Cana-de-açúcar crua	19,50
Cana-de-açúcar queimada	73,34
Citricultura	14,49
Cultura anual (soja + milho)	70,98
Floresta secundária	4,91
Mata ciliar	0,52
Pastagem	8,95

Fonte: Os autores (2007).

A Tabela 9 resume, portanto, o custo de reposição de nutrientes por cultura no Município de Araras-SP, no ano de 2007. Percebe-se que as coberturas de cana-de-açúcar queimada e cultura anual apresentam uma estimativa de custo de reposição acima da média apresentada pelo Município (R\$ 23,28 por hectare). Com relação à bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, na qual se insere a área estudada, o custo de reposição por hectare aqui corresponde a 62,74% do valor estimado para toda a bacia (R\$ 39,21 por hectare).

O método do custo de reposição é muito simples, porém, muito trabalhoso, pois requer o emprego de muitas variáveis, as quais possuem metodologias próprias, além de conhecimento sólido na área de geoprocessamento. Particularmente, as estimativas apresentadas podem servir como parâmetro para a tomada de decisão para a adoção de práticas de conservação do solo por parte dos produtores rurais do Município. Tais estimativas também podem funcionar como uma medida pedagógica para os produtores no que tange aos custos econômicos provocados pela erosão do solo. Finalmente conclui-se que o método de reposição pode ser um importante instrumental nos estudos de sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTONI, D.; LOMBARDI NETO, F. A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DA EROSIÃO*, 2. 1981, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1981. p. 117-137.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- LOMBARDI NETO, F. *et al.* Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. *In: SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA*, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas, 1989. p. 99-124.
- MARQUES, J. F. **Efeitos da degradação do solo na geração de energia elétrica**: uma abordagem da economia ambiental. 1995. 257f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.
- MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistema**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.
- PEARCE D. Natural resources, growth and development: natural resources, growth and development - economics, ecology and resource scarcity. **Ecological Economics**, Elsevier, v. 7, n. 1, p. 78-79, Feb. 1993.
- PROJETO ECOAGRI. **III Relatório FAPESP**. Processo: 2002/06685-0. Projeto Ecoagri diagnóstico ambiental da agricultura em São Paulo: bases para um desenvolvimento rural sustentável campinas, 15 maio 2006. 131p. Disponível em: <<http://ecoagri.cnptia.embrapa.br/resultados/relatorios/IIIRelatorioEcoAgri2006Completo.pdf>>. Acesso em: fev. 2008.
- SEROA DA MOTTA, R. **Manual de valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1989.
- WISCHIMEIER, W. H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to a conservation planning. Washington: USDA, 1978. (Agriculture Handbook, 537).