



# VALORAÇÃO DE SERVIÇO AMBIENTAL DA PERDA DE SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB DOIS MANEJOS DE CULTIVOS, MUNICÍPIO DE ARARAS-SP.

<sup>(1)</sup>Sérgio Gomes Tôsto; <sup>(2)</sup>Lauro Charlet Pereira; <sup>(3)</sup>Gustavo Souza Valladares; <sup>(4)</sup>João Fernando Marques; <sup>(5)</sup>Ranulfo Paiva Sobrinho; <sup>(6)</sup>Daniel Andrade Caixeta; <sup>(7)</sup>João Alfredo de Carvalho Mangabeira.

<sup>(1)</sup>Eng. Agrº Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente – UNICAMP, Pesquisador A, Embrapa Monitoramento por Satélite, Av. Soldado Passarinho, 303 Fazenda Chapadão CEP 13070-115 Campinas, SP, Brasil. [sgtosto@gmail.com](mailto:sgtosto@gmail.com); <sup>(2)</sup> Eng. Agrº Doutor em Planejamento e Gestão Ambiental, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 – Km 127,5 – Caixa Postal 69 – Jaguariúna – SP- CEP 13820000. email: [lauro@cnpm.embrapa.br](mailto:lauro@cnpm.embrapa.br). <sup>(3)</sup> (Apresentador) Professor Adjunto do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977, Campos do Pici, Fortaleza, CE, CEP 60356-000. e-mail: [valladares@ufc.br](mailto:valladares@ufc.br); <sup>(4)</sup> Profº visitante da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP email: [jofemarques@uol.com.br](mailto:jofemarques@uol.com.br); <sup>(5)</sup> Ecólogo, Doutorando em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente – UNICAMP email: [ranulfopsobrinho@yahoo.com.br](mailto:ranulfopsobrinho@yahoo.com.br) <sup>(6)</sup> Profº. da Universidade Federal de Uberlândia Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente – UNICAMP email: [caixetaandrade@yahoo.com.br](mailto:caixetaandrade@yahoo.com.br) <sup>(7)</sup> Engº Agrº, Pesquisador A da Embrapa Monitoramento por Satélite, Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente Av. Soldado Passarinho, 303 Fazenda Chapadão CEP 13070-115 Campinas, SP, Brasil email: [manga@cnpm.embrapa.br](mailto:manga@cnpm.embrapa.br)

Apoio financeiro: EMBRAPA, FAPESP, PIBIC/CNPq

**RESUMO:** Este trabalho foi realizado no Município de Araras, SP e, teve como objetivo estimar monetariamente os serviços ambientais de perdas de solos, em termos de nutrientes perdidos, considerando dois manejos de cultivo na cana-de-açúcar (corte com queimada e corte mecanizado). (corte com queimada e corte mecanizado). Utilizou-se a Equação Universal de Perda de Solo – EUPS (BERTONI e LOMBARDI, 1990) - Equation Universal Soil Loss e o Método do Custo de Reposição (MARQUES, 1995). Os resultados mostram que a taxa de erosão da cana-de-açúcar queimada é 3,8 vezes superior ao da cana-de-açúcar mecanizada e o custo para a reposição de nutrientes perdidos foi de R\$19,47 para a cana-de-açúcar mecanizada e de R\$73,98 para a cana-de-açúcar queimada. Verifica-se então, uma contribuição ambiental muito forte da cana-de-açúcar mecanizada em termos de conservação dos solos.

**Palavras chave:** erosão do solo, sustentabilidade, equação universal de perdas de solos valoração ambiental

## INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo é extremamente importante para o agronegócio brasileiro. O solo é um recurso natural fundamental para a produção agrícola, graças a um conjunto de atributos que permite oferecer a 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. A colheita mecanizada será obrigatória em todo o estado de São Paulo até o ano de 2014.

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 (LOMBARDI NETO et al., 1989).

## MATERIAL E MÉTODOS

O Método do Custo de Reposição (MCR) apresenta uma das idéias mais 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, 1990).

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.

A estimativa das taxas de perda de solo na área de estudo foi efetivada aplicando o modelo USLE – Universal Soil Loss Equation (WISCHMEIER e SMITH, 1978), adaptado para uso nas condições brasileiras por (BERTONI e LOMBARDI, 1999).

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:

$A = R * K * L * S * C * P$ , onde: **A** = perda anual de solo em Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; **R** = fator erosividade da precipitação e da enxurrada, em M.J.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; **K** = fator erodibilidade do solo, em Mg.ha.h/ha.MJ.mm; **L** = fator comprimento da encosta, **S** = fator grau de declividade; **C** = fator de cobertura e manejo da cultura; **P** = fator prática de controle de erosão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estimadas as seguintes taxas de erosão para os cultivos de cana-de-açúcar, com queima e corte mecanizado, conforme ilustra a **Tabela 1**.

A **Tabela 2**, em seguida, sintetiza as perdas totais de solo e de nutrientes no município de Araras - SP, no ano de 2007. A etapa seguinte foi converter as quantidades perdidas de nutrientes em equivalentes de fertilizantes. Utilizou-se então procedimentos propostos por BELLINAZZI Jr. *et al.* (1981)<sup>1</sup>:

A **Tabela 3** apresenta as quantidades de fertilizantes necessárias para repor a fertilidade do solo perdida no processo de erosão, nos dois tipos de manejo. A **Tabela 4** mostra os valores médios de fertilizantes e corretivos, levantados junto à órgão de pesquisa estadual. A etapa final de aplicação do método consistiu em agregar ao custo monetário calculado ao custo de aplicação dos fertilizantes. Foram utilizados os custos que constam do Relatório do Projeto Ecoagri<sup>2</sup>. As **Tabelas 5 e 6** apresentam, respectivamente, os custos de reposição de nutrientes total e por hectare (reais de 2007) para os dois tipos de manejos utilizados no município em questão. A **Tabela 7** 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).

## CONCLUSÕES

A reposição de nutrientes no cultivo da cana-de-açúcar, sob queimada, representa um custo de 3,8 vezes mais do que a cana-de-açúcar mecanizada.

As estimativas geradas podem servir principalmente como parâmetro para a tomada de decisão para adoção de práticas conservacionista de solo por parte dos produtores rurais e autoridade ambientais, bem como subsidiar medida pedagógica para manejo e conservação dos solos.

A valoração de serviços ambientais pode constituir-se num importante instrumento de avaliação de perdas econômicas e ambientais e suas conseqüências (como: corrosão da renda financeira, empobrecimento de solo, perda de biodiversidade e degradação ambiental, entre outras).

O manejo de colheita mecanizada para a cana-de-açúcar, comparado com o manejo de corte com queima, foi quase 4 vezes mais rentável, economicamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

BELLINAZZI JUNIOR, R., BERTONI, D., LOMBARDI NETO, F., 1981. A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: **Simpósio sobre o controle da erosão**, 2ª edição, São Paulo. Anais. Sao Paulo:ABGE, 1981. p.117-137.

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F., **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone. 355p. 1999.

WISCHIMEIER, W. H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to a conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

MARQUES, J, F. **Efeitos da degradação do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental**. Tese de Doutorado/USP, São Paulo. 1995. 257p.

PEARCE, D. W.; TURNER, R.K. **Economics of natural resources and the environmental**. London: Harvester/Wheastshealf, 1990.

<sup>1</sup> Confome Bellinazzi Jr. *et al.* (1981), são necessários 5 quilogramas (kg) de sulfato de amônia para repor 1 kg de nitrogênio, 5,56 kg de superfosfato simples para 1 kg de fósforo, 1,72 kg de cloreto de potássio para 1 kg de potássio e 2,63 kg de calcário dolomítico para repor 1 kg de cálcio+magnésio.

<sup>2</sup> Projeto ECOAGRI – Diagnóstico da Agricultura no Estado de São Paulo: bases para um Desenvolvimento Rural Sustentável, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processo número 2002/06685-0).

**Tabela 1** - Taxa de perda de solos no município de Araras

USO DO SOLO	TAXA DE PERDA DE SOLOS t.ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Cana-de-açúcar mecanizada	3,9562
Cana-de-açúcar queimada	14,8818

Fonte: dados gerados pela pesquisa.

**Tabela 2** - Perda total de solo e de nutrientes nos cultivos da cana-de-açúcar, queimada e mecanizada.

USO DAS TERRAS	ÁREA( ha)	PERDA				PERDA CA+MG t.ANO <sup>-1</sup>
		SOLO t.ha <sup>-1</sup> ANO <sup>-1</sup>	PERDA N t.ANO <sup>-1</sup>	PERDA P t.ANO <sup>-1</sup>	PERDA K T.ANO <sup>-1</sup>	
Cana-de-açúcar mecanizada	25.472,16	100.772,95	97,497838	2,661413858	10,13574426	95,60532203
Cana-de-açúcar queimada	9.098,97	135.409,05	131,00826	3,576153057	13,61944242	128,4652756

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 3** - Quantidade de fertilizantes necessárias para reposição dos nutrientes perdidos pelo processo de erosão do solo para os dois tipos de manejos considerados (em toneladas).

USO DAS TERRAS	SULFATO DE AMÔNIA	SUPERFOSFATO SIMPLES	CLORETO DE POTÁSSIO	CALCÁRIO DOLOMÍTICO
Cana-de-açúcar mecanizada	487,4891911	14,79746105	17,43348012	251,441997
Cana-de-açúcar queimada	655,0412878	19,88341099	23,42544097	337,8636748

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 4** - Preço médio dos fertilizantes no ano de 2007 (em reais, por tonelada)

Fertilizante	Preço médio <sup>1</sup> R\$.t <sup>-1</sup>
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).

<sup>1</sup> média dos preços nos meses do ano de 2007.

**Tabela 5** - Custo de reposição de fertilizantes

USO DAS TERRAS	SULFATO DE AMÔNIA	SUPERFOSFATO SIMPLES	CLORETO DE POTÁSSIO	CALCÁRIO DOLOMÍTICO
Cana-de-açúcar mecanizada	405976,1234	9630,18765	18892,1394	7857,5624
Cana-de-açúcar queimada	545511,8341	12940,1239	25385,44762	10558,2398

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 6** - Custo de aplicação dos fertilizantes necessários para reposição da fertilidade do solo para os manejos de cana de açúcar mecanizado e cana-de-açúcar queimada no município de Araras-SP, no ano de 2007 (em reais)

TIPO DE USO DO SOLO	SULFATO DE AMÔNIA	SUPERFOSFATO SIMPLES	CLORETO DE POTÁSSIO	CALCÁRIO DOLOMÍTICO
Cana-de-açúcar mecanizada	20.471,38	621,40	732,09	32.382,89
Cana-de-açúcar queimada	26.301,77	798,38	940,60	41.605,77

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 7** - Estimativa do custo de reposição de nutrientes (custos dos fertilizantes + custos de aplicação) por hectare e por tipo de uso do solo no município de Araras-SP, no ano de 2007 (em reais, por hectare)

<b>USO DAS TERRAS</b>	<b>CUSTO DE REPOSIÇÃO DE NUTRIENTES (R\$.ha<sup>-1</sup>)</b>
Cana-de-açúcar mecanizada	19,50
Cana-de-açúcar queimada	73,34
Relação custo cana- de açúcar queimada e cana-de-açúcar mecanizada	3,8

**Fonte:** dados gerados pela pesquisa.