

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, ESPAÇO E MEIO  
AMBIENTE – Instituto de Economia**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA  
EROSÃO DO SOLO AGRÍCOLA: um estudo de caso do Município de Santo  
Antônio do Jardim - SP**

Alessandro Marques de Oliveira

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Ademar Ribeiro Romeiro

Co-Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. João Fernando Marques

JUNHO, 2006

UNIDADE BC  
 Nº CHAMADA TJUNICAMP  
OL4V 024V  
 V \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_  
 TOMBO BC/ 69932  
 PROC 16.123-06  
 C \_\_\_\_\_ D X  
 PREÇO 11,00  
 DATA 11/09/06  
 Nº CPD \_\_\_\_\_

BIB ID: 386771

**Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca  
do Instituto de Economia/UNICAMP**

OL4v Oliveira, Alessandro Marques de.  
 Valoração econômica dos danos ambientais causados pela erosão do solo agrícola : um estudo de caso no município de Santo Antonio do Jardim - SP / Alessandro Marques de Oliveira - Campinas, SP : [s.n.], 2004.

Orientador : Ademar Ribeiro Romeiro.  
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Valoração econômica. 2. Solos – Erosão. 3. Sustentabilidade. 4. Economia ambiental. I. Romeiro, Ademar Ribeiro. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

06-047-BIE

**Título em Inglês: Economic valuation of environmental damage caused by agricultural soil erosion : a case study for district of Santo Antonio do Jardim - SP**

**Keywords: Economic valuation, Soil erosion, Sustainability, Environmental economics**

**Área de concentração: Economia do Meio Ambiente**

**Titulação: Mestre em Desenvolvimento Economico, Espaço e Meio Ambiente**

**Banca examinadora:** Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro

Prof. Dr. Bastiaan Philip Reydon

Prof. Dr. João Fernando Marques

**Data da defesa: 27-02-2004**

**Programa de Pós-Graduação: Desenvolvimento Economico, Espaço e Meio Ambiente**

200620805

**Dedico a todas as pessoas que se preocupam  
com as questões ambientais.**

“Esquecer como escavar a terra e cuidar  
do solo é esquecer a nós mesmos.”

( Mohandas K. Gandhi)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo discernimento que sempre procuro em suas palavras e em seus ensinamentos. Iluminando pessoas fabulosas, como Jesus, Mahatma Gandhi, Budha, Dalai Lama, Madre Teresa, Morihei Ueshiba Francisco Cândido Xavier e inúmeras outras, que contribuíram para que eu agisse com paciência e serenidade diante das inúmeras dificuldades.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que me concedeu uma bolsa de estudos, sem a qual seria impossível a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Ademar Ribeiro Romeiro por ter confiado e acreditado em mim, enriquecendo-me com seus conhecimentos e sua experiência acadêmica. Juntamente com o meu Co-Orientador, João Fernando Marques, que me auxiliou nos momentos onde não sabia mais caminhar.

Ao Professor Dr. Francisco Lombardi Netto que me conduziu para o estudo de caso do município de Santo Antônio do Jardim. À Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), que me ajudou com os dados, bem como o Engenheiro Agrônomo Amando Camilo Mangilli.

À minha espetacular família, com a qual sempre pude contar em todos os momentos. Ao meu pai, Daniel Marques de Oliveira, pelo respeito e confiança, à minha mãe, Maria José Marques de Oliveira, pela preocupação, e aos meus irmãos, Andréa, Adilson, Acássio e Alisson. Minha vó, Anadir, e a meus tios.

À Arminda A. R. Alcântara, por ter compreendido a importância do trabalho e me apoiado nos momentos de cansaço. A sua companhia foi fundamental para que chegasse até aqui. E a todos da família Alcântara, que sempre me trataram com gentileza e amizade.

À amizade e aos conselhos de todos os professores do curso de Economia UNICAMP, o qual tive o imenso prazer de sentar e ouvi-los. Aos funcionários da biblioteca e servidores, com os quais, tive um ótimo relacionamento.

Aos amigos de infância, cujos conselhos considero valiosos até hoje: Wanderson, Francisco, Renato, Alex, Cláudio, Satoshi, Takashi e Ivair.

Nos momentos finais do trabalho, uma pessoa especial apareceu e iluminou a minha esperança de acreditar na vida, apesar das pedras que estão no caminho. E quero que saiba que seu apoio me manteve forte para continuar. À minha namorada, Angélica Aparecida Cunha.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xvi</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 - EROÇÃO DO SOLO .....</b>	<b>5</b>
2.1- Características gerais e formação do solo .....	5
2.2- A erosão do solo e suas consequências .....	11
2.3- Breve histórico da erosão no mundo .....	16
2.4 -A erosão do solo agrícola e seus impactos econômicos e ambientais .....	20
<b>3 - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS .....</b>	<b>25</b>
3.1-Método de valoração: Economia Ambiental x Economia Ecológica.....	25
3.2 - Sustentabilidade e valor econômico do meio ambiente .....	30
3.3- Métodos de valoração econômica .....	36
3.4- Valoração da erosão:o método da reposição de nutrientes .....	39
3.5- Descrição do processo de valoração.....	43
<b>4 - ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>49</b>
4.1 Cacterização do município de Santo Antônio do Jardim.....	49
4.1.1 <i>Características da microbacia.</i> .....	51
4.1.2 <i>Solos e geologia</i> .....	53
4.1.3 <i>Aspectos sócio-econômicos</i> .....	56
4.2 A dimensão monetária da erosão no município.....	59
<b>5.- CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>6 - BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>79</b>
<b>7 - ANEXOS.....</b>	<b>89</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Tipo de uso do solo em hectare no município de Santo Antônio do Jardim-SP, censo do ano 1995/96 .....	53
<b>Tabela 2.</b> Evolução das áreas cultivadas das principais culturas do município de Santo Antônio do Jardim, em hectare, no período de 1995 a 2000. ....	59
<b>Tabela 3.</b> Taxas médias de perda de solo por erosão, em t/ha/ano, e água, em porcentagem da chuva, para algumas culturas do estado de São Paulo.....	60
<b>Tabela 4.</b> Evolução das perdas físicas de solo pela erosão, no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.....	61
<b>Tabela 5.</b> Teor médio de nutrientes no solo paulista em porcentagem.....	62
<b>Tabela 6.</b> Perdas de nitrogênio (N) em toneladas por hectare ao ano para o município de Santo Antônio do Jardim no período de 1995 a 2000.....	62
<b>Tabela 7.</b> Perdas de fósforo (P) em toneladas por hectare ao ano para o município de Santo Antônio do Jardim no período de 1995 a 2000.....	63
<b>Tabela 8.</b> Perdas de potássio (K) em toneladas por hectare ao ano para o município de Santo Antônio do Jardim no período de 1995 a 2000.....	63
<b>Tabela 9.</b> Perdas de cálcio mais magnésio (Ca + Mg) em toneladas por hectare ao ano para o município de Santo Antônio do Jardim no período de 1995 a 2000.....	64
<b>Tabela 10.</b> Perda de nutrientes no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.....	64
<b>Tabela 11.</b> Valores de conversão e perdas de nutrientes em fertilizantes comerciais .....	65
<b>Tabela 12.</b> Equivalente em fertilizantes dos nutrientes perdidos no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.....	65

<b>Tabela 13.</b> Cálculo do valor da erosão no município de Santo Antônio do Jardim, através do método de reposição de nutrientes em reais, a preços correntes para o período de 1995 a 2000.....	66
<b>Tabela 14.</b> Custo de aplicação de fertilizantes e calcário dolomítico perdidos, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim, para o período de 1995 a 2000 .....	68
<b>Tabela 15.</b> Precipitação pluviométrica mensal no município de Santo Antônio do Jardim, em mm, no período de 1995 a 2000.....	69
<b>Tabela 16.</b> Quantidade de água perdida, em m <sup>3</sup> , no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000.....	70
<b>Tabela 17.</b> Quantidade de água perdida, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000.....	71
<b>Tabela 18.</b> Perdas econômicas dos danos ambientais causados pela erosão do solo, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000, no cenário I.....	71
<b>Tabela 19.</b> Perda econômica dos danos ambientais causados pela erosão do solo, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000, no cenário II.....	72

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Idade relativa dos recursos naturais.....	12
<b>Quadro 2.</b> Taxas de formação e erosão natural do solo.....	12
<b>Quadro 3.</b> Efeitos da erosão acelerada sobre as características do solo e consequências na produção.....	15
<b>Quadro 4.</b> Impacto da erosão fora da unidade produtiva.....	22
<b>Quadro 5.</b> Classificação dos métodos de valoração ambiental, segundo categorias.....	37
<b>Quadro 6.</b> Conseqüências econômicas internas da erosão do solo.....	40
<b>Quadro 7.</b> Conseqüências econômicas externas da erosão do solo.....	40
<b>Quadro 8.</b> Correspondência de nomenclatura entre o levantamento semidetalhado e a atual classificação para os solos da região em estudo Área de estudo.....	54
<b>Quadro 9.</b> Unidades de solo e formação do relevo por área para o município de Santo Antônio do Jardim-SP.....	56

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Perfil hipotético do solo contendo a maior parte dos horizontes principais . ..... 7
- Figura 2.** Área de estudo: localização do município de Santo Antônio do Jardim - SP..... 50
- Figura 3.** Área de estudo: localização da microbacia. .... 51

## RESUMO

O presente trabalho está relacionado com a questão da valoração ambiental, uma vez que a exploração inadequada das atividades agrícolas tem afetado os recursos naturais, exercendo enorme pressão ao meio ambiente, levando-o à degradação ou exaustão. A erosão é reconhecida como aquela que mais afeta o sistema de produção agrícola, estando também relacionada com a mesma. Seus efeitos incluem o aumento dos custos, que não são computados no Sistema de Contas Nacionais, recaindo sobre a sociedade toda a responsabilidade dos danos ambientais. Diante disto, este trabalho procura contabilizar os impactos econômicos causados pela erosão do solo agrícola, dentro da propriedade rural, vista como uma externalidade, na medida em que não há recompensas dos prejuízos pelos beneficiários do uso inadequado do solo. Para tanto, atribuiu-se um valor econômico à erosão do solo, usando o custo de reposição de nutrientes ajustado, para contemplar também a perda de retenção de água do solo, para o município de Santo Antônio do Jardim localizado a leste do estado de São Paulo, tendo sua economia baseada na atividade agrícola, para o período de 1995 a 2000.

## SUMMARY

The present work is related with the question of the ambient valuation, a time that the inadequate exploration of the agricultural activities has affected the natural resources, exerting enormous pressure to the environment, taking to degradation or exhaustion. The erosion is known as that one that affect the system of agricultural production the most, being also related with itself. Its effect includes the increase of the costs, that they are not computed in the System of National Accounts, falling again on the society all the responsibility of environment damages. Ahead of this, this work looks forward to enter the economic impacts caused by the erosion of the ground agricultural, inside of the country property, seen externaly, in the measure where it does not have you reward of the damages for the beneficiaries of the inadequate use of the ground. For in such a way, is attributed to a economic value alone erosion do, using the cost of replacement of nutrients adjusted, to also contemplate the loss of alone water retention do, for the city of Santo Antônio do Jardim, located the east of the state of São Paulo, having its economy based on the agricultural activity, for the period of 1995 the 2000.

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de 75 % do nosso planeta ser ocupado pela água, é em terra firme que se processa a atividade produtiva da humanidade. Sendo assim, o solo sempre desempenhou um papel muito importante para o homem, tanto de uma maneira direta como indireta, através do fornecimento de alimentos de origem vegetal e animal, de madeira, de fibra, dentre outros. Destacando a agricultura como a principal atividade desempenhada pela sociedade.

No âmbito da atividade agrícola nacional, a agricultura paulista está inserida de forma relevante, uma vez que responde por quase 1/3 da produção nacional neste setor. Esse desempenho ocorreu devido às profundas transformações no seu desenvolvimento após 1970, que derivou de um processo de urbanização crescente, associado a uma abertura da economia nacional para o mercado externo e a implantação de um complexo agroindustrial de transformação, além de uma indústria de máquinas e equipamentos agrícolas que proporcionaram uma diversificação e uma elevação na produtividade das culturas, para atender tanto o mercado interno quanto o externo, conforme análise de Martin (1991).

Essas mudanças, aliadas as políticas públicas de incentivo, consolidaram o complexo rural paulista, ocasionando alterações relevantes na dinâmica de suas culturas. Desta forma, a agricultura paulista apresenta um elevado grau de diversificação e modernização se comparado com outras localidades do país, de acordo com Martin (1991). Para ilustrar este ponto, o setor agropecuário brasileiro, na década de 80, apresentou um desempenho maior que o verificado para a economia como um todo, da ordem de 31,57% contra 16,94%, respectivamente, como assinalado por Bastos Filho (1996). Esse aumento da produção física do setor agropecuário é ainda maior para o Estado de São Paulo, que neste mesmo período atingiu 31,71%.

A intensidade do aumento da produção física na agricultura paulista ocasionou uma forte pressão sobre a base de recursos naturais, ocasionando externalidades no meio rural. Entre as externalidades, podemos ressaltar a degradação da capacidade produtiva dos solos como conseqüência da intensa mecanização dos processos produtivos, que de acordo com o que é salientado por Toledo (1997, pg. 1), “... é provável que a causa principal resida na falta de maior preocupação com a adoção concomitante de práticas necessárias para a preservação e

controle da erosão dos solos, principalmente daqueles expostos pela derrubada das florestas nativas.”

Os efeitos danosos ocasionado pela erosão do solo agrícola podem ocorrer tanto dentro como fora da propriedade rural. Como exemplo dos efeitos dentro da propriedade, observa-se do ponto de vista econômico, a redução da produção e da produtividade, queda na renda do produtor agrícola, desvalorização da propriedade do agricultor, gastos adicionais com fertilizantes e irrigação, dentre outros. Também é interessantes ressaltarmos alguns problemas físicos, como deficiência de nutrientes e material orgânico, redução da capacidade de infiltração da água, danos às sementes e mudas, conforme observado em Campos (2000).

As economias dependentes da agropecuária sofrem com mais intensidade os efeitos oriundos da perda de produtividade e de área superficial potencialmente produtiva, ocasionando um retrocesso no seu processo de desenvolvimento agrícola. É dentro deste contexto que se insere este trabalho, que tem como objetivo estimar os custos decorrentes da erosão do solo agrícola no Município de Santo Antônio do Jardim no Estado de São Paulo, para o período de 1995 a 2000, abrangendo as principais culturas agrícolas da região. Tem-se por hipótese que os custos da erosão são significativos do ponto de vista econômico para os produtores da região, uma vez que 76,20% das propriedades agrícolas apresentam tamanhos inferiores a 20 hectares. Do ponto de vista ambiental, a importância em divulgar os impactos ocasionados pelo mal uso das terras, apontando os problemas que prejudicam a região e que poderão ser agravados caso não se preocupe em tomar medidas de recuperação dos processos de degradação do solo que já se iniciaram. Para fundamentar esta hipótese, utiliza-se o custo de reposição de nutrientes acrescentando a perda de água, com o intuito de buscar um valor mais próximo da realidade.

O trabalho é composto de três capítulos: no primeiro procura-se descrever as características gerais e a formação do solo, para num segundo momento compreender as causas e as conseqüências advindas do processo erosivo do solo, tanto no âmbito econômico quanto ambiental, além do físico. Este capítulo ainda é ilustrado com um breve relato histórico da erosão no mundo.

O segundo capítulo se refere às considerações metodológicas, elencando os métodos de valoração ambiental e como se processa algumas metodologias desenvolvidas em trabalhos que também tentam estimar monetariamente a erosão do solo agrícola, com ênfase no método do custo de reposição de nutrientes.

O terceiro capítulo já abrange a delimitação e a caracterização do local estudado e todo o processo de mensuração da erosão do solo agrícola através do método do custo de reposição de nutrientes, acrescentando o custo da aplicação de fertilizantes e a perda de água, uma vez que a erosão, além de degradar a estrutura física superficial do solo, também afeta algumas de suas características fundamentais, como a permeabilidade, sendo considerada uma das mais importantes propriedades físicas para o estabelecimento de práticas conservacionistas, segundo Bertoni *et al.* (1999).

## 2. EROSÃO DO SOLO

“Devemos ter sempre presente que um solo produtivo é a base da agricultura, sem o qual não pode haver prosperidade duradoura, nem continuidade de civilização”. **Bennett (1960)**

### 2.1 Características gerais e formação dos solos

Pode-se considerar o solo como o berço da vida, pois é nele que se desenvolve a diversidade de vidas e a maior parcela das atividades produtivas da humanidade. Mas devido aos aspectos econômico da exploração, o homem tem desconhecido limites para sua atuação, causando com isso um danoso processo de desequilíbrio no planeta.

Pode-se considerar o solo, pela ótica da produção, um recurso de composição variável que contém elementos químicos e minerais, matéria orgânica decomposta, ar (ocupando seus espaços porosos) e água com seus solutos. Além de ser a parte principal do biótopo, que é uma conjugação de fatores estreitamente ligados que atuam sobre os organismos vivos. Sem falar que o solo está diretamente aliado com a base da cadeia alimentar, uma vez que é nele que se desenvolvem os vegetais e se concentram os decompositores, atuando na reciclagem dos materiais. A manutenção e evolução da vida depende da energia do sol, de elementos encontrados na água e no ar, e do solo, que é o suporte para tudo.

Torna-se imperativo cuidar desse recurso, que é imprescindível para a continuidade da vida, para isso é necessário conhecê-lo. O homem sempre procurou saber algo sobre o solo: o que ele é, como cultivá-lo, como conservá-lo, quais tipos de solos existem, etc. Procurar uma definição que seja satisfatória não é muito simples, uma vez que a definição varia de acordo com o conhecimento, o interesse e a sensibilidade de quem a faz.

Com o tempo, surgiram várias definições, aqui se considera as abordagens da área de geologia e da agronomia. A primeira refere-se ao solo somente como o produto da alteração das rochas, tendo utilidades como material de aterro, de sustentação de construções, de

pavimentações, dentre outras finalidades. Já a segunda abordagem trata o solo como um substrato básico que apresenta materiais orgânicos e minerais indispensáveis para a sobrevivência e o desenvolvimento das plantas, ou seja, remete a uma das mais importantes funções do solo: a de produzir alimentos.

O solo sempre esteve presente na constituição da sociedade e desta forma o homem sempre teve contato com ele. Mas somente no final do século XIX que a ciência se organizou em torno do estudo e análise do solo (pedologia). Alguns cientistas perceberam que a atuação de fatores como o clima e organismos sobre uma dada superfície, que apresentava uma determinada condição topográfica, com o decorrer do tempo constituía a formação de camadas mais ou menos paralelas em relação à superfície, que tinham características e formas diferentes daquelas do material de origem. A partir daí o solo passou a ser reconhecido como parte do ecossistema terrestre, com características próprias.

Ao observar um corte vertical que expõe o solo, que se denomina de perfil do solo, é fácil perceber que existem várias camadas de coloração e feições morfológicas distintas. Essas camadas constituem o horizonte do solo, que é por onde se procede a identificação e a classificação dos solos. Cada horizonte apresenta uma simbologia e uma identificação própria, como representado na figura 1. É importante ressaltar que a figura representa um tipo de solo hipotético, porém os vários tipos de solos existentes possuem alguns desses horizontes combinados.

Para se proceder à classificação dos horizontes do solo, é necessário um corte vertical de dois metros de profundidade, mesmo para solos muito profundos, como observado em Ker (1997). A parte superficial, que é mais distintas do material original, apresenta compostos orgânicos na sua quase totalidade, constituindo o horizonte O. A camada denominada de horizonte A, apresenta também matéria orgânica em menor quantidade e tem uma coloração mais escura, já o horizonte B contém mais argila e uma coloração mais clara que o horizonte anterior. O horizonte C é formado pelo material original e o horizonte R é a rocha. Esses são os principais horizontes, podendo ser subdivididos de acordo com a profundidade, como A1, A2, B2, C1, etc, conforme a figura 1. Esta seqüência numérica indica a profundidade daquela camada, sendo que o número se refere as característica que definem aquela camada. Os horizontes A e B são denominados de “solum” e o horizonte C de “substratum”, de acordo com Bertoni *et al.* (1999).

O1	Detritos orgânicos não decompostos
O2	Detritos orgânicos decompostos
A1	Horizonte escuro com alto teor de matéria escura
A2	Horizonte claro
A3	Transição entre A e B (mais próxima de A)
B1	Transição entre A e B (mais próxima de B)
B2	Horizonte de máxima acumulação de argila
B3	Transição para C
C1	Material pouco intemperizado
C2	<i>Horizonte em descontinuidade litológica</i>
R	Rocha consolidada

Fonte: Bertoni et al. (1999).

Figura 1: Perfil hipotético de solo contendo a maior parte dos horizontes principais.

As principais características físicas do solo, como a sua cor, textura, estrutura, porosidade e permeabilidade são fatores importante para auxiliar nas maneiras de condução do tratamento do solo para protegê-lo contra o processo erosivo.

A cor é um indicativo para auxiliar na perspectiva de sua utilização, podendo apresentar variadas tonalidade de acordo com a cor do material que o originou, que sofrem influência de fatores adversos da sua constituição, como a umidade, a maior ou menor presença de matéria orgânica, água e óxido de ferro. Os solos mais escuros geralmente apresentam uma composição maior de matéria orgânica além de serem mais úmidos.

A textura do solo está diretamente ligada com as características do material originário e dos agentes naturais de sua formação. Para se analisar a textura do solo é preciso conhecer a distribuição quantitativa das classes de tamanho das partículas que compõe o solo, através de uma classificação granulométrica. As principais partículas são compostas de areia, silte e argila. Conforme Bertoni *et al.* (1999), nenhum solo é formado por uma única partícula, é uma composição das três que diferencia os tipos de textura. De acordo com a nomenclatura

brasileira, tem-se as seguintes denominações: arenosa, arenosa-francosa, siltosa, silto-francosa, francosa, franco-arenosa, franco-siltosa, argilosa e muito argilosa.

Os solos arenosos são mais soltos e de fácil penetração das raízes das plantas, mas os muito arenosos, com pouca argila em sua composição, são pobres em fertilidade e não conseguem reter umidade. Para que tenham boa produtividade esse mesmo tipo de solo necessita de irrigação e de fertilizantes, a complementação com matéria orgânica contribui para a retenção da umidade e dos nutrientes. Os solos com muita argila apresentam alta capacidade de absorção e retenção da umidade, mas pouca aeração, prejudicando sua produtividade. Já os argilosos, com boa agregação e espaços porosos, podem ter alta produtividade.

Experimentos indicam que culturas plantadas em solos arenosos respondem de forma diferente aos fertilizantes, quando comparados aos solos argilosos, com semelhantes elementos nutritivos disponíveis, ocasionado pela diferença da textura do solo. Assim, a textura pode ser caracterizada como um dos fatores mais importantes para definir a utilização do solo (Bertoni *et al.* 1999).

A estrutura é definida a partir dos arranjos das partículas elementares do solo, que contribui para determinar as formas de trabalho na terra, a permeabilidade da água, a resistência à erosão e o comportamento e crescimento das raízes das plantas. Uma estrutura adequada é a que apresenta poros e espaços porosos para a aeração, contribuindo para a infiltração e o desenvolvimento das raízes das plantas, com agregados bastantes densos e coesos. Com o impacto das gotas da chuva, os agregados tendem a se dispersarem, desta forma, agregados mais estáveis facilitam a infiltração e apresentam maior resistência à erosão, e sua estabilidade está ligada ao tipo de argila, aos elementos que estão associados com a argila, à natureza dos produtos de decomposição da matéria orgânica e ao tipo de população microbológica do solo.

A porosidade do solo constitui a proporção dos espaços que são referentes aos líquidos e gases em relação aos espaços referentes ao solo em si. Conforme Bertoni *et al.* (1999, pg 43), “o volume de poros em condições médias, representa a metade do volume do solo”. O solos com textura mais fina (que é composta na sua maior quantidade de partículas pequenas ou argila) apresentam maior porosidade, mas necessitam de cuidados para manter sua aeração.

Já os solos arenosos têm pouca porosidade, porém uma constante aeração. Comparando os solos cultivados com os não cultivados, percebe-se que os primeiros têm uma característica de porosidade menor, pois a redução do teor de matéria orgânica, aliado ao efeito da compactação e ao impacto das gotas da chuva provocam uma redução dos agregados maiores do solo, que causam uma diminuição dos poros.

A característica referente a permeabilidade é a condição do solo de absorver água, medido através da infiltração, em milímetro por hora. A permeabilidade tem uma relação direta com a porosidade dos solos, sendo que nos arenosos, que apresentam poros maiores, a permeabilidade é mais rápida. Já nos solos argilosos ela se processa de forma mais lenta. Para o planejamento de práticas conservacionista é imprescindível conhecer a permeabilidade dos solos, podendo ocasionar inviabilidade das técnicas empregadas.

Além das características do solo, também é importante conhecer as classes de solos para restringir as incertezas acerca de como desenvolver mecanismos e técnicas mais eficiente para o controle da erosão. Com relação às classes conhecidas no país (cerca de 35) serão comentadas aquelas mais importantes. No Brasil, o sistema de classificação de solos é realizado sob a coordenação do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa, com o auxílio de várias instituições de ensino e de pesquisa no país.

O latossolo é a classe de solos que abrange a maior parte das regiões do país, são caracterizados por solos profundos de aspecto poento (estrutura granular ou do tipo pó de café), com coloração homogêneas que variam do amarelo ao vermelho-escuro, com exceção do horizonte A, com coloração mais escura. Apresenta baixa fertilidade natural<sup>1</sup>, respondendo de maneira satisfatória à adubação e/ou correção. Como a maior parte de sua área é propícia à mecanização, contribui de forma intensa para a exploração agrícola, como a produção de café, cana-de-açúcar, pastagens, dentre outras.

Eles são diferenciados por sua cor e pela quantidade de óxido de ferro, desmembrando nos seguintes tipos de latossolos no Brasil: a coloração vermelho-arroxeadada, sendo fácil identificá-lo, pois exerce forte atração por um ímã. A coloração vermelha e vermelha-escura apresenta característica muito variável quanto à fertilidade e textura, sendo utilizado pela

---

<sup>1</sup> Conforme Bunce (1942, pa70 e 71), a fertilidade natural do solo é a presença de um excedente de fertilidade (nutrientes e matéria orgânica) que foi acumulado com o tempo, não ocasionando nenhum custo para o produtor agrícola.

agricultura por sua facilidade de mecanização. Está distribuído pela regiões do país, principalmente no Planalto Central.

A de coloração vermelho-amarelo apresenta variação quanto ao relevo, que abrange desde da área plana até ao forte ondulado, com textura e fertilidade natural, sendo o latossolo com maior expressão geográfica do país. Nas áreas montanhosas é utilizado para pastagens e café, como exemplo tem-se a Zona da Mata mineira, já as áreas planas são utilizadas para a produção de grãos e pastagens. O latossolo de cor amarela apresenta baixo teor de ferro, sendo caracterizado pela ocorrência de torrões aliada a uma camada endurecida na transição do horizonte A para o B. O latossolo húmico apresenta o horizonte A bastante espesso e com muita concentração de matéria orgânica, comum em áreas de maior altitude, onde a temperatura mais amena contribui para o acúmulo de matéria orgânica.

Os solos podzólicos, depois dos latossolos, são os de maior abrangência no país. Apresentam cores que variam do amarelo ao vermelho-escuro, diferindo do latossolo pela menor profundidade e pelo acúmulo de argila no horizonte B, em relação ao horizonte A, dificultando a infiltração da água. Por se encontrar em relevo mais montanhoso e ser argiloso no horizonte B, esses solos são muito suscetíveis à erosão. Essas características não inviabiliza a atividade agrícola, mas requer cuidados maiores para a sua conservação. No Brasil são conhecidos os seguintes tipos de podzólicos: vermelho-escuro, vermelho-amarelo e amarelo.

Os cambissolos são os solos pouco desenvolvidos, geralmente rasos ou com profundidade mediana, podendo apresentar remanescentes de rochas no horizonte B. Constituem características heterogêneas quanto à cor e as propriedades químicas e físicas, podendo ser muito férteis até muito pobres e de textura média a muito argilosa. Desta forma, fica mais difícil a generalizações quanto ao uso agrícola e a suscetibilidade à erosão.

Solos litólicos são classes de solos rasos, tendo uma espessura inferior a 50 cm, o qual o horizonte A está em contato direto sobre a rocha. Ocupam áreas de topografia mais ondulada, geralmente associados a afloramento rochoso e a cambissolos. É encontrado em todo o território nacional, e tendo como principais limitações ao uso agrícola à topografia em que se encontra, a sua pequena espessura e a sua baixa fertilidade natural.

A classe de solos denominada de areias quartzosas são os solos profundos, arenoso, composto principalmente de quartzo. Sendo de drenagem excessiva, não conseguem armazenar água, além de serem de baixa fertilidade. Sua utilização é para as pastagens e reflorestamento. Existem perímetros irrigados onde são cultivados a fruticultura.

Os solos de várzeas apresentam ambiente altamente encharcado, que por ficar quase todo o ano coberto pela água, reduz a intensidade de ferro, que constitui uma coloração mais acinzentada, genericamente denominado hidromórfico. Também existem os ambientes de drenagem mais livre, que devido às cheias sempre recebem material, formando solos em camadas, não dando tempo para os fatores de formação promover o desenvolvimento de horizontes com seqüência do tipo A, B, e C. São denominados de solos aluviais.

Desta forma, conhecer o tipo de solo é o primeiro passo para o manejo mais adequado, produzindo por mais tempo, sem comprometer o ambiente. Sendo importante lembrar que não importa a classe do solo, mas a sua preservação, que deve ser monitorada pelos produtores e agentes de pesquisas.

## **2.2 A erosão do solo e suas consequências**

A agricultura acelera o processo de erosão, mas também atua para contribuir na aceleração do processo de formação do solo. A formação de uma espessura de 2,5 cm de solo, sob condições naturais, pode demorar entre 300 a 1000 anos, variando conforme o tipo e o estado de consolidação do material original (Pimentel *et al.*, 1991). Já por outro lado, a formação em terras agrícolas de mesma espessura demora em torno de 30 anos, de acordo com Hall *et al.* (1982). Esses estudos se referem às regiões temperadas, nas regiões tropicais esses intervalos de tempo podem ser menores.

Sob condições naturais, o solo apresenta uma cobertura vegetal que o protege contra o impacto das gotas de chuva e age como obstáculo ao transporte das partículas que, por ventura, venham a ser desagregadas. As raízes das plantas asseguram a infiltração da água, reduzindo a intensidade das enxurradas e o transporte de terra, conseqüentemente o solo permanece inalterado.

Sob condições de interferência do homem, o solo fica desprotegido, pelo menos durante algum período do ano. Nessas condições o impacto das gotas de chuva desagregam o solo, dificultando a infiltração de água, formando intensas enxurradas que vão assorear as baixadas.

Além disso, alguns solos, devido a sua formação, admitem perdas maiores do que outros, mais pobres, que têm que ser protegidos com mais cuidados podendo tornar-se improdutivos num curto espaço de tempo.

Segundo Bastos Filho (1995, p. 37): “a erosão do solo é um fenômeno natural que se mantém em equilíbrio com o dinâmico processo de formação dos solos, sendo causado pela interação de fatores naturais: topográficos, climáticos, edáficos e biológicos. Entretanto, o rompimento deste equilíbrio, por exemplo, através da ação humana, removendo ou modificando a cobertura vegetal original, se traduz numa forte aceleração do processo erosivo, comprometendo os longos anos necessários para a formação do solo.”

Os quadros 1 e 2 demonstram, respectivamente, a idade relativa dos recursos naturais e a taxa de formação natural do solo.

**Quadro 1 - Idade relativa dos recursos naturais.**

Classificação	Recursos	Idade (Anos)	Reposição ( Anos)
Predominantemente Não-Renováveis	Recursos minerais: ouro-diamante	$10^9$	Bilhões de anos
	Combustíveis fósseis: Carvão-petróleo	$10^8 - 10^9$	Milhões de anos
	Solos	$10^3 - 10^4$	Milhares de anos
	Recurso florestais	$10^3 - 10^1$	Dezenas a milhares
	Água: subterrânea	$10^3 - 10^0$	Um a milhares
Predominantemente Renováveis	Água: superfície	$10^0$	Um ano
	Produtos agrícolas: Culturas	$10^0$	Um ano

Fonte: Bastos Filho (1995), adaptado de Schumm & Harvey (1982).

**Quadro 2 - Taxa de formação e erosão natural do solo.**

Taxa de formação natural	0,5 a 2,5 mm/ano
Taxa de erosão natural	0,0 a 1,0 mm/ano

Fonte: Bastos Filho (1995), adaptado de Schumm & Harvey (1982).

Geralmente nas regiões tropicais, o processo erosivo natural é causado pela água e/ou vento. Em todo o território nacional, a erosão hídrica é a mais freqüente, enquanto que a erosão eólica (do vento) ocorre mais em solos arenosos ou em solos situados em regiões sujeitas à secas periódicas, segundo Schultz (1987)<sup>2</sup>, citado por Bastos Filho (1995).

Bellinazzi Jr. *et al.* (1981) realizaram estudos nos quais foram possíveis estimar a quantidade perdida de terra, em toneladas, devido ao processo erosivo além dos limites de tolerância<sup>3</sup>, sendo estes na ordem de 15 milhões de hectares. Teoricamente, pode-se estabelecer o que são perdas aceitáveis e o limite a partir do qual as perdas devem ser interrompidas ou controladas, tendo como efeito a deterioração do solo. Perdas aceitáveis são as que geralmente ocorrem sob condições naturais, isto é, quando se verifica a seguinte relação, apresentada por Freire (1997):

$$V_{FS} = V_E$$

Onde:

$V_{FS}$  = velocidade de formação do solo

$V_E$  = velocidade da erosão

As perdas que prejudicam o solo são aquelas observadas quando não se aplica a relação acima. Já as perdas aceitáveis são avaliadas por métodos baseados nos preceitos de Smith & Stamey (1964)<sup>4</sup>, citado por Freire (1997). Os autores observam que solos profundos podem perder até 12 t/ha ano, enquanto que solos com pouca profundidade não devem perder mais do que 3,5 t/ha ano, chegando a ameaçar sua capacidade de produção num curto espaço de tempo. Para que a perda não afete a produção é necessário empregar práticas de controle da erosão, que respeitem a capacidade de uso do solo.

---

<sup>2</sup> SCHULTZ, L. A. *Métodos de Conservação do Solo*. Porto Alegre, Sagra, 1987.

<sup>3</sup> É a quantidade de solo que pode ser perdida pela erosão, mantendo ainda a sua capacidade produtiva ao longo do tempo.

<sup>4</sup> SMITH, R. M. & STAMEY, W. L. How to establish erosion tolerances, J. soil and Water Cons. Fairmont, W. V., 1964.

Bastos Filho (1995) destaca que o problema que envolve a erosão é a sua identificação em função do estágio em que se encontra. O estágio inicial é denominado de erosão laminar, cujos efeitos são observados quando o dano assume caráter irreversível. O estágio seguinte é caracterizado por sulcos, constituindo num estágio intermediário, que facilmente evolui para o último estágio, denominado de voçorocas. Esse último estágio causa preocupações devido ao enorme volume de terra carregado, além de causar grandes prejuízos financeiros e ambientais.

Entretanto, existem técnicas eficientes de controle da erosão testadas e divulgadas pelos órgãos competentes de pesquisa e extensão rural, embora seu emprego ainda seja incipiente pelos produtores rurais. Cunha *et al.* (1993, p. 41) observam que, “enquanto a oferta de terra for elástica, a adoção de tecnologias que sejam poupadoras do recurso em questão só seria feita pelo produtor caso fosse criada escassez via regulamentação, ou criando tecnologias que além de poupar o recurso solo, reduza também os custos de produção.”

Nesse processo de formação e desgaste do solo, as pesquisas técnicas demonstram que certa quantidade de solo pode ser perdida sem que se ocasione perda de produtividade para as culturas. Assim, a perda máxima tolerável de solo por erosão permite a obtenção, de maneira econômica, de certos níveis de produtividade, indefinidamente, conforme analisado por Schertz (1983). Ainda segundo esse mesmo autor, a taxa de formação nas terras agrícolas foi um dos principais critérios utilizados para estabelecer os limites toleráveis de perda de solo nos Estados Unidos. No Brasil, foi usado o período de tempo necessário para desgastar a camada de solo superficial, sem levar em conta a taxa de formação do solo por fenômenos de intemperismo. Desta forma, os limites toleráveis representam a quantidade máxima de solo que pode ser perdida por ano, mantendo-se ainda um certo nível de produtividade (Bertoni *et al.* (1999).

Em regiões tropicais, os fatores causadores da erosão são a água (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica). Este trabalho refere-se à erosão hídrica por ser a principal forma que atinge a região em estudo. A erosão laminar hídrica remove as camadas delgadas e uniformes do solo, podendo ser considerada uma das formas mais danosas porque arrasta as partículas mais leves do solo, justamente as que são mais ricas e ativas, além de ser pouco perceptível numa escala curta de tempo.

No Brasil, a erosão hídrica tem contribuído seriamente para acelerar a queda da produtividade do solo, que conta com a colaboração do homem, quando este utiliza práticas inadequadas de atividades agrícolas. De acordo com Bertoni *et al.* (1999), a erosão hídrica não

está sozinha como agente de deterioração da fertilidade do solo, também podemos citar a lavagem de elementos nutritivos solúveis nas águas de percolação que se infiltram a profundidades inacessíveis para as raízes das plantas; a combustão acelerada da matéria orgânica que resultam do clima subtropical e tropical ou das queimadas e o consumo sem a devida reposição dos elementos nutritivos extraídos da terra pelos produtos agrícolas.

Em áreas utilizadas para a agricultura, onde o equilíbrio natural foi rompido, e não se preocupou na contenção do processo erosivo, seus efeitos são mais danosos, pois em uma área com cultura cujo solo é mantido descoberto, perde-se por ano cerca de 3 a 6 vezes mais solo do que em uma área idêntica com vegetação densa, ocorrendo também perdas consideráveis de água no solo (ambientebrasil, 2003).

Neste trabalho foi considerado o desgaste laminar do solo, pois a geração de dados das outras formas de erosão hídrica demandam a participação de especialistas no tema. O quadro indica os principais efeitos da erosão sobre as características dos solo, bem como suas principais conseqüências na produção.

**Quadro 3 - Efeitos da erosão acelerada sobre as características do solo e conseqüências na produção.**

Efeitos sobre as características do solo	Conseqüências na produção
Perda de nutrientes.....	Aumento da necessidade de energia para o cultivo da terra
Alteração na textura.....	Diminuição da área disponível para plantar
Alteração da estrutura.....	Queda da qualidade dos produtos agrícolas
Queda da taxa de infiltração.....	Queda da produtividade
Queda da capacidade de retenção de água.....	Dano à formação da planta

Fonte: López (1997).

A erosão do solo, partindo do ponto de que é um fenômeno natural em conformação com o próprio processo de formação do solo, sempre ocorreu e continuará a ocorrer. Conforme Dregne (1982), a erosão acelerada é o resultado de dois fatores: o manejo impróprio dos solos produtivos e a exploração das terras marginais. Ele enfatiza que a atuação do homem

tem contribuído para a aceleração do processo erosivo do solo através do desmatamento e do aproveitamento do solo para as atividades agrícolas.

### 2.3 Breve histórico da erosão mundo

A história da erosão do solo é tão antiga quanto a própria agricultura. Aliás, sempre esteve presente na própria forma de descoberta de novas técnicas e novos cultivos. Conforme Bertoni *et al.* (1999), a erosão na Mesopotâmia foi acelerada por causa da atuação do homem, quando passava a utilizar a água do rio Eufrates para a irrigação. A água esparramava os sedimentos que estavam no rio, passando a se depositar de forma gradual pelos canais por onde escorria a água, forçando o rio a mudar o seu curso. Isso foi causando dificuldades para continuar o aproveitamento da água do rio, culminando com o declínio da agricultura.

Os conflitos também contribuíram para a formação de áreas desérticas, pois onde ocorriam, os canais de irrigação e as cidades eram abandonadas ou destruídas, como evidenciado no Nordeste de Bagdá, que no passado já foi uma região produtiva.

As pesquisas arqueológicas demonstram que povos da Antigüidade também se preocuparam em controlar a erosão e a sedimentação do solo, através de técnicas como os terraços para a irrigação, que foram encontradas na Palestina, próximos de Carmel, Gilboa e Samaria. Na Grécia também se encontram vestígios de terraceamento, irrigação, reflorestamento nos morros e o desenvolvimento da lavoura seca<sup>5</sup>. Mas também praticavam atividades que contribuíram para acelerar o processo erosivo com a aração contínua das terras ao longo do mesmo ano (cerca de três a cinco vezes por ano), os campos superpastoreados, as árvores cortadas e aumento das áreas pantanosa nas embocaduras dos rios (Bennett, 1939).

Como ressalta Mickey (1946), o mundo jamais conheceu uma exploração exaustiva do homem e da terra como a realizado pelo Império Romano. E o resultado desse domínio ainda são visíveis nas esgotadas colinas da Grécia e nos desertos do Norte da África e oeste da Ásia. Já na bacia de Tarim, na Ásia Central, o crescimento das cidades provocou uma exploração agrícolas mais intensa, causando pressão nos recursos naturais que contribuiu para avançar o

---

<sup>5</sup> As glebas de terras eram divididas por tipo de cultura, e alternando o cultivo com áreas de pousio.

processo erosivo. A agricultura passava a ser transferida de um lugar para outro, em decorrência do aumento e do esgotamento do consumo de água e alimento, que contribuía para a nomadismo.

Na Europa, o país que mais atenção tem dado ao problema da erosão é a Escócia, por características do próprio relevo, com poucas terras planas. Desenvolveram uma ampla difusão das práticas de conservação do solo, no qual contribuiu para um importante progresso agrícola. Foi com base nas atividades conservacionistas aplicadas pela Escócia, que os Estados Unidos tomaram como base parte de suas práticas conservacionistas. Desta forma, a inserção de técnicas de cultivo e manejo europeus tiveram uma atuação direta no aumento da erosão do solo nos Estados Unidos, segundo Bennett (1939).

Atualmente é bem diferente, com o alto padrão tecnológico que possuem os Estados Unidos, os agricultores conseguem implementar técnicas eficientes de controle e conservação do solo, direcionados para os seus problemas específicos. Em 1946 o Serviço de Informação Agrícola/MA publicou um boletim técnico que descrevia os métodos de controle da erosão, apresentando uma descrição histórica da ocupação do território norte-americano, considerando a degradação dos recursos naturais, conforme enfatizado por Corrêa (2002).

No Peru, com seu relevo montanhoso, os Incas criaram um sistema de manejo muito eficiente, o qual os terraços tinham como proteção paredes de pedra, que têm a finalidade de sustentar os terrenos acidentados, considerados por especialistas na área de conservação de solo como o método mais eficiente de controle da erosão desenvolvido no mundo, também sendo o mais caro no que se refere à mão-de-obra, de acordo com Bertoni *et al.* (1999). As terras eram cultivadas com águas irrigadas transportada por aqueduto, que se estendiam por quilômetros. Para se ter uma idéia desse método, as terras conservadas dos Incas ainda estão em uso por comunidades agrícolas que habitam a região. Já o Império dos Maias, que tinham uma área muito povoada, teve suas terras destruídas pela erosão e sedimentação, que causou uma crescente migração para o norte.

Num artigo de Corrêa (1988), enfatiza-se que na história da civilização existiam nações que surgiram e se desenvolveram quando o solo era fértil, mas declinaram e desapareceram quando o solo extinguiu sua produtividade, geralmente por não conhecerem manejos adequados de preservação.

Nas regiões montanhosas, a atuação da erosão é mais danosa, isso acontece no Equador, aliado ao pastoreio que é praticado em terrenos que apresentam uma declividade

mais alta, havendo solos com camadas pouco permeáveis e que quando ocorrem chuvas pesadas provocam um deslocamento de grandes blocos de solo.

Um relatório publicado pela Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL) para a Argentina, sobre as condições do solo, enfatizou que 18 milhões de hectares tinham sido prejudicados pela erosão hídrica. Nas regiões dos Pampas Ondulados e da Província de Entre Rios, a erosão laminar provocou uma perda de 20 a 40% do horizonte superficial das terras dessas regiões, podendo ter casos em que essas perdas podem ser da ordem de 50 a 75% do solo superficial. A partir disso foi iniciado em 1969 um convênio com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a criação de um programa de conservação do solo com atividades de pesquisa e treinamento. Atualmente, 35% das terras cultivadas na Argentina sofrem por causa da erosão.

No Brasil, nesses mais de 500 anos de ocupação, os recursos naturais vem sendo explorados de uma forma predatória, em praticamente todas as regiões, advindo de uma herança da sua colonização. Os primeiros explorados consideravam que os recursos naturais eram inesgotáveis, não havendo a necessidade de recuperação das áreas utilizadas (Corrêa, 2002).

Quando as expedições portuguesas e de outras nacionalidades que aqui aportaram, iniciaram uma agressão aos elementos ambientais. Começando pela exploração de madeiras, o qual destacou-se o pau-brasil (utilizado como corante de tecidos), sua extração se estendeu até o esgotamento. Esse processo de trabalho foi inserido na cultura dos extrativistas de recursos naturais, tanto nos componentes da flora como da fauna, da sua utilização até a extinção, sem importar com a sua recuperação e preservação. Desta forma seguiu-se a derrubada da mata para a introdução da cana-de-açúcar, especialmente para atender o mercado, conforme Corrêa (2002).

A cultura do café é outra atividade que prejudicou os terrenos, pois é uma atividade muito esgotante da fertilidade do solo, devido ao método de colheita - a derriça - em que são retirados da planta não somente os grãos de café maduro, mas também os verdes, folhas e gravetos, ocasionando uma grande porcentagem de impurezas. O pé de café para voltar a produzir tem que repor a sua parte vegetativa, o que acarreta um grande consumo de elementos nutritivos do solo. A maneira como é realizada a exploração dos cafezais, derrubada da mata, queima da vegetação e plantio morro-abaxio, acarretou o esgotamento acelerado das terras em poucos anos de uso, como ocorrido no Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo.

Com a falta de controle da erosão hídrica, formaram-se extensas voçorocas, que impossibilitaram a utilização das terras.

Inicialmente, os colonizadores que vieram ao Brasil, copiaram dos nativos a rotina de trabalho na agricultura, como o cultivo do milho e da mandioca, por exemplo. Após a utilização de uma gleba, quando a produtividade declinava, à abandonava e migrava-se para uma nova porção de terra. Os efeitos negativos não eram sentidos de imediatos devido às dimensões continentais do país, sempre com grandes extensões a serem ocupadas. Mesmo após o fim do período da colonização não houve transformação na forma como eram exploradas as atividades agropecuárias, predominando a tradição destruidora. Isso ocorreu porque não foram proporcionado aos agricultores uma transmissão técnica de conhecimentos sobre a necessidade da manutenção dos recursos ambientais, a fim de que não fosse comprometida a sustentabilidade da população atual e das gerações futuras, rompendo a rotina predatória adotada pelos colonizadores e seus descendentes, segundo enfatizado por Corrêa (2002).

Segundo Peres (1999), ao Brasil pertence cerca de 20% do solo agricultável do mundo, sendo de extrema importância a sua contribuição para a produção de alimentos. O mesmo autor ainda adverte sobre a responsabilidade no manejo dessa reserva, sendo um recurso estratégico, não renovável, de alta importância social, econômica e ambiental para a sociedade.

Analisando a importância da quantidade de terras agricultáveis que o Brasil apresenta, é imprescindível notar que em termos qualitativos, sua situação não é muito boa. Considerando o seu clima tropical e subtropical com áreas que apresentam topografia acidentada, onde extensas áreas apresentam condições de difícil cultivo e pouca fertilidade.

A rotina predatória se acentuou a partir de 1920, após o término da I Guerra Mundial, quando extensos terrenos passaram a ter suas matas queimadas e cortadas para o cultivo de lavoura e pecuária como ocorreu na Mata Atlântica. Recentemente, extensas áreas estão sendo desmatadas em todo o território nacional, destacando a região dos cerrados, para o cultivo de soja e a expansão da pecuária, sem a devida preocupação com a proteção do solo pelos agentes erosivos. A mais séria preocupação dos conservacionistas está voltada para a região Amazônica, pois o crescente desflorestamento pode causar desequilíbrios imprevisíveis, apresentando conseqüências desconhecidas em função da especificidade do solo e do clima.

A ocupação do território brasileiro tem ocorrido com características bastante peculiares, de acordo com suas condições geográficas e ecológicas, na qual determinadas áreas foram intensamente utilizadas, enquanto outras permaneceram, e algumas ainda permanecem intocadas, conforme Bertoni *et al.* (1999).

O Instituto de Recursos Mundiais (uma organização não-governamental, com sede em Washington), realizou um trabalho detalhado sobre as condições de vários elementos da natureza que sofreram degradação nos últimos séculos, observando que “mais de 2/3 das terras agrícolas foram degradadas devido à erosão, à poluição e ao empobrecimento dos solos”. E completou, “que o desafio do novo milênio reside no uso adequado do solo, somente com a sua utilização correta, será garantido o atendimento das gerações futuras”. Colaborando com essa pesquisa, uma equipe de estudiosos da ONU concluiria que os maiores problemas da humanidade seriam a escassez de água e o aumento da desertificação<sup>6</sup> a partir do ano 2000.

Mickey (1946), procurou demonstrar ao homem que vive na cidade a importância do solo, água e ar para a sobrevivência do ser humano, e que ao longo de sua vida ele é sustentado por esses elementos naturais. E também que nas civilizações antigas, o homem sempre procurou nutrir um sentimento pela natureza, mas essa relação foi se perdendo com o tempo, e que a maioria dos agricultores jamais aprenderam a amar a terra e considerá-la como fonte permanente de recurso, considerando o solo e a água apenas como fontes de exploração e meios de rendimento financeiro imediato.

## **2.4 A erosão do solo agrícola e seus impactos econômicos e ambientais**

Hoje, quando são discutidos os grande temas como: preservação/manutenção de ecossistemas, alterações climáticas, desmatamentos, poluição da mais variadas formas, biodiversidade, dentre outros, o solo surge de forma importante nas preocupações, assim, é factível afirmar que tudo começa e termina no solo.

A humanidade estabelece com o solo uma relação de dependência que se iniciou no surgimento do homem na terra, tanto de forma direta (produção de víveres) quanto indiretamente (abrigo e utensílios para caça, dentre outros), sendo essencial para a sua

---

<sup>6</sup> As áreas desertificadas são resultantes da degradação dos terrenos, consequência da falta de controle da erosão hídrica dos solos, conforme Corrêa (2002).

sobrevivência. Desta forma, o homem sempre sentiu a importância de saber mais sobre o solo, do que ele é composto, como usá-lo e como conservá-lo.

O solo é o recurso natural básico, do qual depende, primariamente, qualquer exploração agrícola da terra. Por isso, além dos fatores climáticos e econômicos condicionantes do uso produtivo da terra, torna-se essencial o conhecimento dos fatores ambientais que indicam a compatibilidade do solo com cada uma das atividades agrícolas, pastoris e florestais.

A utilização da classificação em categorias de capacidade de uso<sup>7</sup> ainda é o método mais utilizado para a escolha do uso adequado do solo e das práticas eficientes de controle da erosão, mantendo as perdas de solo dentro de limites aceitáveis. Em se tratando da erosão, o grande desafio reside em promover o aumento da produtividade agrícola, gerando um mínimo de degradação e obedecendo as limitações de cada tipo de solo, observando os mapas de capacidade de uso e a racionalização no uso dos insumos modernos.

Sob a ótica econômica, a erosão produz efeitos nos agrossistemas, sendo que o principal efeito é a redução da capacidade produtiva dos solos causada pela perda das camadas superficiais que são ricas em matéria orgânica e nutrientes. Com a remoção destes horizontes, ocorre uma queda do rendimento das culturas, sendo necessária a reposição da fertilidade com mais gastos em insumos. Estudos do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) indicam que, no Paraná, a perda de fertilidade provocada pela erosão faz com que os agricultores aumentem anualmente o consumo de fertilizantes na ordem de 4,4% ao ano para manterem os mesmos níveis de produtividade alcançados vinte anos atrás.

Conforme observado em Campos (2000), a degradação do solo por erosão é um grave problema mundial da atualidade. Segundo Lal (1998)<sup>8</sup>, citado por Campos (2000, p. 32), "...o recurso solo é finito, não renovável na escala de duração da vida humana, e frágil para ser explorado de forma inadequada".

Os efeitos negativos da erosão podem ocorrer tanto dentro como fora da propriedade rural, tendo-se como exemplo os efeitos dentro da propriedade a redução da produção e da produtividade, queda na renda do produtor agrícola, desvalorização da propriedade do

---

<sup>7</sup> Se resume a uma tabela dividida em classe de capacidade de uso para uma determinada localidade, onde são levados em conta: declividade, área em hectare do uso recomendado, uso intensivo mais recomendado, porcentagem da área do estado e grau de limitação para esse uso, conforme Bastos Filho (1995).

<sup>8</sup> LAL, R. Soil degradation and the future of agriculture in Sub-Saharan África. *Journal of Soil Water Conservation*, v.43, 1998.

agricultor, dentre outros. Além desses, há problemas como deficiência de nutrientes e material orgânico, redução da capacidade de infiltração da água, danos às sementes e mudas, conforme o quadro 4. Em termos globais, os efeitos imediatos são a redução da oferta de alimentos, perda de renda e diminuição da área agrícola. Existem também outros impactos ligados à produção, que incluem os gastos adicionais com fertilizantes e irrigação, custos de replantio, perdas de investimentos em sistemas de produção melhorados, que se tornam ineficientes em solos com erosão acelerada, conforme observado em Campos (2000). As economias dependentes da agropecuária sofrem com mais intensidade os efeitos oriundos da perda de produtividade e de área superficial potencialmente produtiva, ocasionando um retrocesso no seu processo de desenvolvimento da agricultura. As implicações fora da propriedade agrícola se traduzem em efeitos econômicos, que abrangem os danos à estrutura civil, rompimento de barreiras e interdição de estradas, inundações, sedimentação de rios e reservatórios, desmatamento e desertificação. Desta maneira, os custos da erosão são representados pelos gastos incorridos com transporte de sedimentos, manutenção de estradas, drenagem, desgastes de máquinas e implementos, gastos com prevenção às inundações, dentre outros.

#### **Quadro 4 - Impactos da erosão fora da unidade produtiva.**

<b>A) Danos internos aos recursos hídricos</b>	
i) Impactos biológicos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• os sedimentos podem extinguir fontes de alimentação, alterar o habitat e destruir organismos aquáticos;</li> <li>• os nutrientes, estimulando o crescimento de algas, bloqueiam a luz do sol que prejudicam diversos organismos aquáticos que dela dependem;</li> <li>• os pesticidas envenenam e transmutam os organismos aquáticos, podendo muitas vezes levá-los à extinção.</li> </ul>
ii) Impactos recreativos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• espécies de valor esportivo, como a truta, podem ser substituídas por espécies de menor valor;</li> <li>• a pesca recreativa é dificultada pela turbidez da água;</li> <li>• o assoreamento e o crescimento excessivo de mato interferem nos passeios de barco e modalidades esportivas na água.</li> </ul>
iii) Danos ao armazenamento de água:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• redução da disponibilidade de novos reservatórios de água;</li> <li>• assoreamento e limpeza mais frequentes dos lagos, reservatórios, etc;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• os sedimentos em suspensão e os nutrientes podem tanto afetar no sentido de reduzir a evaporação (refletindo a radiação solar), como na elevação da evapotranspiração (estimulando o crescimento da vegetação da borda dos lagos);</li> </ul>
iv) Aspectos relativos à navegação:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assoreamento de portos e hidrovias;</li> <li>• elevação no número de acidentes por encalhamento;</li> </ul>
v) Outros impactos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• captar a relação de bem-estar entre os recursos hídricos e os usuários através da preservação (ou de existência). Ou seja, a quantia que as pessoas estarão dispostas a desembolsar para manter os diversos corpos d'água limpos, mesmo que eles nunca usufríssem;</li> <li>• impactos comerciais diretos na redução da pesca.</li> </ul>
<b>B) Danos externos aos recursos hídricos</b>	
i) Danos por enchentes;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• os sedimentos podem agravar os danos por enchentes de 3 formas: a) pelo estreitamento dos leitos dos rios, b) por aumentar o volume da mistura de solo-água nas enchentes e c) muitos dos danos pelas enchentes são causados mais diretamente pelos sedimentos do que pela água;</li> <li>• o silte depositado pelas inundações pode causar alguns danos em longo prazo para as terras agrícolas, como por exemplo, a redução de produtividade.</li> </ul>
ii) Danos aos canais de condução de água:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assoreamento e controle de plantas daninhas em canais de drenagem e de irrigação.</li> </ul>
iii) Danos à infra-estrutura de abastecimento urbano de água potável:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devido aos sedimentos e elementos químicos carregados pela erosão, há necessidade de se construir "bases" de sedimentação, colocar cargas adicionais de coagulantes químicos, limpar filtros com mais frequência, usar filtros de carvão ativado para remover elementos químicos danosos à saúde, etc.</li> </ul>
iv) Outros impactos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionados aos sais dissolvidos afetando a água utilizada para o abastecimento de municípios e para as indústrias;</li> <li>• Nutrientes e algas interferem nos sistemas de resfriamento das usinas geradoras de energia elétrica à base de vapor;</li> <li>• Na água de irrigação para a agricultura, causando encrostamento e salinização.</li> </ul>

Fonte: Retirado de Bastos Filho (1995), que foi adaptado de Clark II et al. (1985).

De acordo com Bastos Filho (1995), a queda da produtividade e os elevados custos de produção da agricultura são reflexos da erosão. O autor usou uma aproximação dos gastos com reposição de nutrientes em equivalentes de fertilizantes comerciais para avaliar monetariamente a erosão do solo agrícola. Segundo o autor, as estimativas médias por unidade de área em hectare são representadas pela quantidade de fertilizantes que o produtor precisa aplicar nas culturas para compensar a queda de nutrientes que são carregadas pela erosão. Acrescentando esse valor nas planilhas de custo de produção dos produtores para manter inalterado o estoque de capital natural.

De maneira geral, uma grave consequência da erosão é a expansão das fronteiras agrícolas, devido ao uso intenso do fator solo. Além disso, a baixa qualidade dos produtos tem característica econômica, pelo fato da erosão prejudicar o bom desenvolvimento da planta, e quando esta chega a se formar, muitas vezes não serve para o consumo e/ou comercialização. A perda da capacidade produtiva dos solos tem como principal consequência o empobrecimento do homem do campo, que muitas vezes se vê obrigado a migrar para os centros urbanos, quando não consegue produzir o suficiente para a sua sobrevivência.

Segundo Campos (2000, p. 17), "...do ponto de vista econômico, o custo da erosão não depende da quantidade física de terra perdida, mas dos efeitos econômicos dessas perdas". De uma certa forma, os dados físicos dão a grandeza qualitativa do processo erosivo, mas não são suficientes para indicar as medidas econômicas de seus impactos. A idéia principal é conhecer o valor monetário do rendimento perdido, que pode ser estimado através dos custos de reposição de nutrientes, valor da produção ou renda sacrificada, segundo a mesma autora.

### 3. CONSIDERAÇÕES METOLÓGICAS

“Não se deve esperar que todo o espectro de questões ambientais venha a ser coberto. É fundamental introduzir logo aquilo que se conhece, ajustando os dados de renda, parcial e gradualmente, e não ficar esperando até que todas as perguntas sejam respondidas” (SALAH EL SERAFY).

#### 3.1 Métodos de valoração: Economia Ambiental X Economia Ecológica

Existem basicamente duas grandes abordagens para analisar a busca de valores para os recursos naturais. A primeira refere-se à Economia Ambiental e de Recursos Naturais, com orientação neoclássica, partindo da idéia de que os problemas ambientais são externalidades que surgem quando o consumo ou a produção de um bem gera efeitos adversos (benéficos ou maléficos) a outros consumidores e/ou empresas, e estes não são compensados no mercado pelo sistema de preços, conforme Motta (1990). Desta forma, denotava ser não só adequado, mas suficiente para tratar os problemas ambientais, como observado por Almeida (1998). Aliado ao conceito de externalidade, está a questão de que os bens ambientais são públicos, não apresentando nenhuma ordem privada de propriedade, dificultando ainda mais a constatação de quem é o responsável pela tutela desses bens. Esta questão foi trabalhada por Coase na tentativa de auferir direitos de propriedade para equacionar este problema. Considera-se que a solução dos problemas podem ser alcançados via mercado, bastando colocar determinados problemas em sua órbita que a solução ótima é atingida. Por isso tudo que foge dessa regra é considerado como uma falha de mercado, como os bens ambientais.

Utiliza-se mecanismos que tentam atenuar/corriger a questão da inclusão do meio ambiente nas análises econômicas. Uma das formas de corrigir as externalidades é internalizá-las através do mercado, assim foi-se buscar em Pigou (1932) através da cobrança de uma taxa das empresas para se chegar no ótimo de poluição.

Esta idéia de internalizar os problemas ambientais é um mecanismo que tenta chegar ao ótimo social ou ótimo de Pareto, ou seja, é a forma de alocar corretamente os recursos escassos com o intuito de garantir um bem-estar dos consumidores e produtores, maximizando o bem-estar individual, que por sua vez maximiza o bem-estar social. Para compreender este ponto é necessário analisar que existe um custo por parte da empresa, que se refere ao controle de uma determinada agressão ao meio ambiente, como por exemplo, a poluição do ar, através da instalação de um filtro, denominado custo de controle (CC). Este é crescente, porque para manter baixo o nível de poluição a empresa terá que despender mais investimentos. Por outro lado existe também um custo por não efetuar este controle, ou seja, um custo ocasionado pela não preocupação em controlar a poluição que recai sobre a empresa na forma de multas, que também é expresso monetariamente, denominando-se de custo de degradação (CD), que está diretamente ligado com a quantidade produzida. Agregando os dois custos tem-se o custo total (CT): o nível ótimo de poluição se dá no ponto mínimo do CT, tendo um valor que é maior que zero. Pois a poluição zero gera custos maiores para a sociedade, uma vez que afeta todos os envolvidos no processo de produção, sendo uma situação não desejada pelos agentes econômicos, pois afeta o próprio desenvolvimento social. Uma diferença importante a destacar é que a cobrança de uma taxa consegue internalizar as externalidades diferentemente dos subsídios que apesar de incentivar a despoluição ou obtenção da poluição ótima não internaliza os custos.

Duas considerações relevantes são apresentadas: a primeira é a dificuldade em se quantificar os custos da degradação, uma vez que os métodos utilizados sempre apresentam valores subestimados. A segunda é que a não existência da concorrência perfeita, com a presença de monopólios, acaba prejudicando a manobra de inserção de uma taxa como instrumento para se conseguir um ajuste nas plantas de produção, com o objetivo de atingir o nível de poluição ótima.

Além da formulação da economia da poluição, que se tenta chegar num nível ótimo de poluição como mecanismo de inserir o meio ambiente no processo de planejamento e tomada de decisões, também procura gerar um ótimo de extração. Então, a economia dos recursos naturais trata da análise dos recursos renováveis que podem se tornar exauríveis, mas que não se sabe ao certo qual é a fronteira dessa passagem. Conforme Margulis (1990), há duas condições para atingir o caminho ótimo da exaustão, uma relaciona-se à existência do custo de oportunidade (ou “*royalty*”) e a segunda engloba a evolução dos preços e do valor do ‘*royalty*’

no tempo”. O custo de oportunidade é o custo alternativo de se decidir consumir um determinado bem hoje em detrimento de poder consumi-lo num futuro próximo (Margulis, 1990). Assim, este custo tem que ser inserido como parte da análise, quando se quer encontrar um nível ótimo de extração. Análise semelhante foi feita por Keynes ao tratar do esgotamento no uso de um determinado produto gerando um custo de uso.

Outro ponto importante é a dificuldade de se chegar a um valor do custo de oportunidade para conseguir a melhor estratégia de exploração dos recursos, porque este custo tem uma ligação direta com a taxa de desconto, que sendo muito alta indica riscos e incertezas para o futuro, invertendo os recursos financeiros no curto prazo. Portanto, o custo de oportunidade se traduz na diferença entre o custo marginal da produção e o preço, derivada do preço do produto igual ao custo marginal de produção mais o custo de oportunidade, conforme a eficiência num mercado perfeitamente competitivo. Então, conforme Margulis (1990), a valorização de um recurso natural no solo só pode se dar na forma de aumento do valor do recurso. Assim como qualquer outro bem, o retorno no tempo deste depósito tem de ser igual ao dos demais bens da economia e, portanto, igual a taxa de juros.

Para completar esta análise, criou-se um mecanismo que agrega essa noção de escolha de atitude diante de uma determinada situação, trabalhando com a aplicação da análise custo/benefício (ACB), que utiliza uma taxa de desconto que serve para trazer para o presente os custos que se distribuem por um período determinado, corrigindo a questão temporal. Desta forma a utilização da taxa de desconto consegue resolver o problema do tempo, bem como o da decisão de se consultar as gerações futuras. Esta é uma metodologia de análise bem aceita, porque busca um parâmetro para viabilizar a exploração de uma determinada atividade que se expressará quando o benefício se apresentar como um valor maior que o custo.

O nível de poluição e extração ótima são conceitos econômicos, não levando em consideração o que é expressivo nas ciências naturais, como por exemplo, a utilização de mercúrio na mineração da Amazônia, que é uma solução ótima do ponto de vista econômico, mas a destruição da fauna não pode ser considerada uma atitude ótima. Pergunta-se, qual o limite para a degradação? Pergunta que só pode ser respondida com o auxílio das ciências naturais. Sem levar este ponto em consideração, os recursos naturais são analisados como um fator de substitubilidade, uma vez que a questão dos limites dos recursos naturais podem ser superados pelo fator capital, que financiaria a pesquisa técnica na busca de uma substituição daquele fator que está se esgotando, por outro. De acordo com Romeiro (2001, pg. 10), “tudo

se passa como se o sistema econômico fosse capaz de se mover suavemente de uma base de recursos para outra, à medida que cada uma é esgotada, sendo o progresso científico e tecnológico a variável chave para garantir que esse processo de substituição não limite o crescimento econômico a longo prazo”.

Deve-se levar em conta as leis da termodinâmicas, sendo a primeira referente a que nada na natureza se perde, tudo se transforma; e a segunda, que é a lei da entropia, que há tendência de dissipação irreversível de energia. Desta forma, não considerar a questão biológica, e nem levar em conta o impacto de se atingir uma espécie chave do ecossistema, que não são mensuráveis pela análise puramente econômica dos acontecimentos, tem que ser analisado. Certos princípios não são medidos, mas apresentam fundamental importância quando se quer analisar o meio ambiente, tendo como preocupação a necessidade de prudência com as gerações futuras, que estão envoltas numa atmosfera de incerteza, e dependendo da atuação do homem hoje, podendo vir a apresentar certos pontos de irreversibilidade.

A abordagem da Economia Ecológica é um campo de estudo que busca mecanismos para definir o desenvolvimento sustentável e estudar as relações entre ecossistemas e sistemas econômicos no sentido mais amplo, conforme enfatizado por May (1995). O seu campo de discussão envolve uma análise da evolução das relações entre homem x natureza de forma mais abrangente, tentando agregar os vetores biológicos e culturais. Esta abordagem de pesquisa considera o capital natural para a formulação de uma política mais consistente de desenvolvimento sustentável, como o solo, as plantas, a biomassa, as florestas, os animais, a estrutura atmosférica, dentre outros.

A Economia Ecológica tenta resgatar a reintrodução da ética em suas formulações. Conforme colocado por Stern (1997), a principal diferença entre a economia ecológica e a economia neoclássica é a manutenção da hipótese da elasticidade de substituição entre os recursos naturais e capital manufaturado. A questão do suporte da natureza de resistir às adversidades da interferência humana é o ponto que provoca a problemática ambiental e seu campo de pesquisa se dá na busca de uma solução mais sustentável dessa interferência. A sua comparação com a ecologia convencional difere da visão biocêntrica e da sustentabilidade de espécies que procura abordar em suas análises. Enquanto que a economia ecológica busca uma interação diferente, caminhando na direção de uma sustentabilidade local que se estende para um nível mais global, mantendo o estoque de capital natural para que esta sustentabilidade seja alcançada, assim como uma redução do crescimento econômico. Então as suas soluções

passam por uma reestruturação dos atuais padrões de consumo, tentando conciliá-lo com os bens ambientais e naturais por haver uma tendência a escassez absoluta, situação possível por causa da segunda lei da termodinâmica.

É preciso considerar a capacidade de carga do planeta, para que seja levada adiante a idéia de adoção de limites ao crescimento, uma vez que podem ocorrer grandes catástrofes ambientais, pois não se conhece realmente qual é a capacidade do planeta. Seria mais prudente adotar políticas que prezem pelo princípio da precaução, para evitar que essas catástrofes se concretizem. A intensidade da ação do homem no ambiente pode ser mensurada quando se multiplica o tamanho da população pelo seu consumo per capita de recursos naturais, exercício interessante para auxiliar no planejamento das atividades que impactam diretamente na natureza, considerando a tecnologia como dada. Então, conforme Romeiro (2001, pg 6), “ o progresso técnico pode atenuar relativamente esta pressão, mas não eliminá-la”.

Atuando na órbita de reunir condições econômicas, sociais e políticas, além de uma esfera institucional propícia para avançar no progresso tecnológico, que busque diminuir a quantidade de resíduos gerados no ambiente através do aumento da produtividade no uso dos recursos naturais. Mas não basta mudar apenas a forma de produção, tem-se que inculcar na sociedade uma consciência ambiental que reverta o padrão de consumo exorbitante da sociedade atual, conforme observa Romeiro (2001).

Esta mudança na forma de consumir é uma tarefa muito mais difícil se comparada com o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica, pois é avessa a concepção do próprio capitalismo, que prima pela acumulação de capital, e se sustenta na necessidade da criação da diversificação de produtos e no aumento dos mercados, com conseqüente elevação do consumo. Desta forma, para que mude o padrão de consumo da sociedade, é necessário mudar todo o eixo de valores que regem a humanidade, passando da “civilização do ter” para uma “civilização do ser”, conforme Sachs (1993).

Já que o caminho da mudança do padrão do consumo é mais árduo, resta o caminho do planejamento das atividades que atenuam a pressão exercida pela sociedade na base de recursos naturais.

A agricultura não deve ser dissociada da preservação do meio ambiente, pois é possível trabalhar com atividades agrícolas que conservem mecanismos básicos de equilíbrio ecológico, como por exemplo, pode-se reduzir a infestação de pragas nas culturas alternando o cultivo de espécies distintas numa mesma área, a chamada rotação de cultura, mantendo assim

um mínimo de biodiversidade, que é fundamental para que a natureza conserve o equilíbrio, de acordo com Romeiro (2001).

Diante destas abordagens de análise, que procuram inserir a questão ambiental nos processos de decisões econômicas, é relevante notarmos a preocupação com a manutenção do ecossistema, pois dele depende a nossa própria vida. Primeiramente pode-se delimitar que o problema ambiental tem a sua importância reconhecida pelas várias esferas de pesquisa, que unem vários seguimentos em prol dessa luta. Em segundo lugar é interessante destacar o envolvimento da economia, que utilizará os seus diversos instrumentos e mecanismos, além de suas políticas para traçar um caminho que se demonstre viável em termos monetários e financeiros, e que venha despertar uma preocupação às vezes adormecida, para essas questões. Assim o rompimento do elo que ligava o homem a natureza nos seus primórdios, pode tentar ser reconstruído, mesmo que de outra via, pois a participação de cada ser humano deve ser considerada para que isso seja atingido, antes que o preço seja alto demais.

### **3.2 Sustentabilidade e valor econômico do meio ambiente**

Apesar da ampla discussão observada nas últimas décadas, seja na esfera política, econômica, social e no meio científico, ainda não há um conceito oficial de desenvolvimento sustentável<sup>9</sup>, embora seja comum entre as várias definições existentes, referências a uma sociedade mais justa, à proteção do meio ambiente, além da eficiência econômica.

Após a Primeira Reunião das Nações Unidas para a discussão dos efeitos nocivos ao meio ambiente, desencadeados pelos padrões atuais de desenvolvimento, juntamente com a investigação de sua causa, é que a preocupação da preservação ambiental ganhou espaço nas pautas das discussões e das pesquisas de cientistas engajados na busca de uma qualidade de vida sintonizada com ideais humanitários.

Os problemas ambientais, na visão de Altwater (1992), ocorrem por causa da própria estrutura do sistema capitalista, que concentra uma minoria de países com atividades que

---

<sup>9</sup> O Relatório Nosso Futuro Comum "...cita como principais objetivos para se alcançar o desenvolvimento sustentável: i) retomar o crescimento; ii) alterar a qualidade do desenvolvimento; iii) atender às necessidades essenciais de emprego, alimentação, energia, água e saneamento; iv) manter um nível populacional sustentável; v) conservar e melhorar a base de recursos; vi) reorientar a tecnologia e administrar o risco e vii) incluir o meio ambiente e a economia no processo de tomada de decisões" Santos (1998, p.17).

demandam um alto nível de recursos naturais e uma maioria de países que são os receptáculos das indústrias poluentes fornecedores das matérias-primas para aqueles. Enfatiza também que o atual padrão de consumo dos países desenvolvidos não tem a possibilidade de se generalizar para outros países porque causaria uma pressão muito forte no planeta, por causa dos resíduos e do esgotamento dos recursos naturais, afetando a capacidade de carga do planeta. E por último o autor coloca que é impossível enfrentar os problemas ambientais no modelo vigente, necessitando haver uma mudança severa no padrão de produção e consumo. Diante destas afirmações é importante salientar que o autor não parte para uma análise mais profunda acerca da busca de produção limpa que, apesar de não levar em conta que o desenvolvimento de tecnologias poupadoras de recursos naturais conseguem um aumento da produção com uma menor pressão sobre os recursos. Mas sua análise é válida, uma vez que a pressão sobre os recursos naturais não podem continuar de maneira desenfreada.

Assim, o conceito de sustentabilidade ganhou forças, podendo este ser definido como uma quantidade de consumo que se estende indefinidamente sem exaurir os estoques de capital natural. Por analogia, assim como em um negócio qualquer, onde o estoque de capital compreende os ativos de longo prazo, como imóveis e maquinários, que são usados como meios de produção, o capital natural é a estrutura do solo e da atmosfera, a biomassa de plantas, animais que compõem a base de todos os ecossistemas. Cita-se como exemplo as florestas, as populações de peixes e os depósitos de petróleo, sendo as toras de madeiras, peixes capturados e petróleo cru bombeado, exemplos de produtos oriundos do capital natural. Com isso, o fator limitante do desenvolvimento não é o capital criado pelo homem, mas o capital natural remanescente, ou seja, o que limita a produção de madeira são as florestas que restaram e não a capacidade das serrarias; a pesca é restringida pelas populações de peixe, e não pelos barcos pesqueiros; o petróleo cru é limitado por seus depósitos, e não pela capacidade de perfuração e bombeamento, conforme Costanza (1994).

A sustentabilidade não significa uma economia estática ou estagnada, antes de continuar na análise é relevante fazer uma distinção entre crescimento e desenvolvimento. O primeiro que é um aumento em quantidade não tem possibilidade de ser sustentável indefinidamente em um mundo finito. O segundo que é a melhoria da qualidade de vida, sem gerar, necessariamente, uma elevação na quantidade dos recursos consumidos, pode ser sustentável.

Desenvolvimento sustentável, segundo a concepção do Relatório Nosso Futuro Comum, é aquele que atende às necessidades atuais da população sem limitar as possibilidades de consumo das gerações futuras. De acordo com diversos autores, não se verifica nos atuais sistemas econômicos, preocupação alguma com a sustentabilidade do sistema de permanência da vida e com a economia, que depende dessa permanência, segundo Costanza (1994).

Abramovitz (1989) discute quatro pontos que estão inseridos na concepção de crescimento econômico. O primeiro é sobre a problemática da certificação Malthusiana da produção de alimento, que pode ser afetada pela diminuição das reservas naturais. O segundo ponto se refere que o processo de crescimento econômico apresenta um custo que não é medido, quando causa degradação ao meio ambiente. Estende-se às discussões no âmbito das esferas políticas, uma vez que é difícil a atuação espontânea dos indivíduos por causa da origem histórica, social, cultural e psicológica do surgimento do sistema capitalista e também pela difícil tarefa de avaliar os riscos do impacto de determinadas atividades, sendo que podem ocorrer numa escala de tempo maior. Como por exemplo, a contaminação dos moradores do Recanto dos Pássaros em Paulínia/SP por uma indústria, já desativada, de fertilizantes da empresa holandesa Shell, na década de 70. A não preocupação em armazenar com um mínimo de segurança resíduos químicos, causou a contaminação do solo e do lençol freático, que por sua vez acabou contaminando as pessoas que ali vivem. O terceiro ponto de discussão é que o processo de crescimento não proporciona uma satisfação ilimitada. Quando um indivíduo consegue galgar uma condição econômica melhor que a anterior, seu potencial de satisfação aumenta, podendo consumir bens que sempre almejou, mas o mesmo não ocorre com os indivíduos que já atingiram a mais tempo uma posição econômica privilegiada, pois a rotinização dos hábitos não despertará uma sensação agradável, caindo num conceito denominado de paradoxo de Easterlin<sup>10</sup>. O último ponto discutido por Abramovitz se refere à concepção de bem-estar como uma ação comandada pela “mão invisível” do mercado, que prima apenas pela busca concorrencial da satisfação individual, sem uma atitude mais consciente em prol da preservação de sentimento altruístas com a própria espécie, reforçando ainda mais a necessidade de haver uma mudança de ordem civilizatória, para rever e modificar todo o conteúdo que rege o mecanismo de valores da sociedade atual.

---

<sup>10</sup> Essa teoria enfatiza que o ser humano, assim como os animais buscam prazer nos atos que lhes proporcionam um aumento da ansiedade e tensão, não conseguindo sentir-se da mesma forma nas atividades que já lhe tornaram comuns

Quando se fala em desenvolvimento sustentável não se deve olhar apenas os aspectos materiais e econômicos, mas um conjunto que compõe o fenômeno de desenvolvimento com os seus aspectos políticos, sociais, culturais e físicos; sendo que a sustentabilidade do todo só pode repousar na sustentabilidade conjunta de suas partes Stahel (1995). Não existe, pois, um único modelo de sustentabilidade para determinar a economia e nem uma única maneira de se atingir uma vida sustentável, assim como uma teoria única de desenvolvimento ecologicamente equilibrado. Existe, na verdade, uma multiplicidade de métodos para entender e investigar tal questão, segundo Cavalcanti (1995a).

Há diferenças entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. O primeiro é um objetivo difícil e de longo prazo a ser atingido; e o segundo é um processo variável de mudança que deve ser realizado para se conseguir a sustentabilidade de um determinado sistema, de acordo com Dovers (1995).

É dentro desse contexto que se insere a agricultura sustentável, tendo como prioridade a utilização de mecanismos institucionais e instrumentos agrícolas que se sustentam a longo prazo, mantendo ou elevando a produtividade na exploração das atividades agrícolas, segundo Canuto (1992). Contudo, é importante enfatizar que a produtividade do solo está intimamente relacionada com a agricultura sustentável, conforme Campos (2000).

Segundo Fleischfresser (1996, pg 338), “a degradação do solo, de forma induzida, desencadeia problemas de ordem física e biológica das terras produtivas, resultando na queda de produtividade”. Desta forma, o produtor é o principal agente que sofre os reflexos decorrentes da queda de produtividade, e, portanto, da renda; da estrutura física do solo, que provoca queda do valor da terra, dentre outros.

A falta de um aparato instrumental de política econômica, que leve em conta formas equilibradas de desenvolvimento em sua pauta de discussão e planejamento, tende a agravar ainda mais os problemas decorrentes do uso e manejo inadequado das tecnologias existentes. Os órgãos de pesquisa agropecuária como, por exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), já possuem linhas de pesquisa engajadas em orientar e buscar soluções.

Atribuir valores para bens ambientais contribui para um adequado posicionamento das políticas, através de técnicas e métodos que foram desenvolvidos e testados em determinadas

localidades, buscando uma mensuração mais próxima da realidade, uma vez que as imperfeições ou falhas de mercado tornam o sistema de preços inadequado para antecipar a escassez futura dos recursos, segundo Randall (1987). Ainda segundo esse mesmo autor, essas imperfeições de mercado referem-se à forma como são tratados os recursos do meio ambiente, desconsiderando seu direito de propriedade.

O meio ambiente deve ser considerado como bem finito, apresentando limite ao fornecer matérias-primas e na sua função de depositário de resíduos dos processos econômicos, que têm aumentado, conforme o processo de desenvolvimento econômico se intensifica. Desta forma, é crescente a necessidade de se referenciar os recursos naturais nos indicadores econômicos. Segundo Santos (1998, p.43), "... não há como ignorar a importância do meio ambiente dentro da economia e à medida que ele vai sendo pressionado, isso se confirma, exigindo novos indicadores econômicos".

Resumindo o problema, uma vez que a grande dificuldade reside justamente na determinação do valor econômico do bem ou serviço ambiental utilizado, a valoração econômica envolve conceitos subjetivos de bem-estar de difícil mensuração e que nem sempre apresentam metodologias já definidas e testadas para serem aplicadas.

Segundo Pearce & Turner (1990), três itens compõem o valor econômico do meio ambiente. O primeiro se refere ao valor de uso, que é o valor dado pelos indivíduos que realmente utilizam os recursos naturais; o segundo é o valor de opção, que é o valor dado pelos indivíduos que podem usar os recursos naturais no presente ou no futuro, preservando para as gerações posteriores; e o terceiro é o valor de existência, que é o valor atribuído pelos indivíduos mesmo que nunca venham usufruir os recursos.

Para Pearce & Turner (1990), Motta (1990) e Bartelmus (1994), as duas últimas parcelas (valor de opção e valor de existência) apresentam uma avaliação muito subjetiva, podendo ser medidas por técnicas que simulam situações em que são aplicados questionários que tentam quantificar monetariamente a disposição a pagar ou a disposição a receber do entrevistado referente ao item da pesquisa. Mas esta metodologia apresenta vieses, como por exemplo, valores tendenciosos, pois os entrevistados sabem que na realidade, não terão ou não deverão pagar nenhum valor; ou, ainda, não têm o conhecimento adequado da importância do recurso, ou não dão crédito à pesquisa, por não saberem a significância da mesma, dentre outros.

De acordo com Motta (1990), uma forma de corrigir esses problemas metodológicos é avaliar os impactos decorrentes da sobre-utilização do recurso sobre as atividades econômicas, representando-os através dos custos de exaustão e de degradação. No entanto, chegar a um valor monetário de um recurso ambiental não é suficiente. Este valor deve servir para a formulação de políticas ambientais, bem como para auxiliar nas decisões de investir na melhoria ambiental, conforme Pearce & Turner (1990).

De uma forma geral, segundo Fonseca (1992, p.35), “as tentativas de avaliação econômica são feitas com os seguintes objetivos:

- i) para a tomada de decisões com respeito a projetos de investimento público e privado ou medidas de política econômica;
- ii) para integrar variáveis ambientais aos grandes agregados macroeconômicos presentes no Sistema de Contas Nacionais (SCN). Estes agregados fornecem um sistema de dados sobre as atividades econômicas, além de subsidiarem o processo de tomada de decisão de políticas econômicas e planejamento setorial.”

Para que os efeitos sobre o meio ambiente sejam valorados, Contador (1997) registra que é preciso que o meio ambiente seja considerado como um fator econômico, sujeito à escassez e com custo alternativo não-nulo. Reconhece que os efeitos diretos são de mais fácil análise, por comportarem muitas vezes direitos de propriedades, enquanto os indiretos são de tratamento mais difícil. Identifica também, diversos tipos de impactos sobre a espécie humana, como encurtamento da vida, queda na capacidade produtiva, gastos com remédios e tratamentos, e mesmo a redução do nível da satisfação pessoal, usualmente chamada de qualidade de vida. Frisa, ainda, que o custo de controle é visível e contabilizado, enquanto que a degradação ambiental tem efeitos distributivos no tempo e no espaço, tornando-os muitas vezes pouco perceptíveis no curto prazo.

### 3.3 Métodos de valoração econômica

A valoração econômica do meio ambiente é uma tarefa complexa porque em muitas situações não se conhece plenamente o funcionamento dos sistemas naturais e as conseqüências da ação do homem sobre o meio ambiente. Entretanto existem diversas metodologias utilizadas para determinar o valor econômico da degradação ambiental, cuja aplicação é específica de cada ecossistema, em função da disponibilidade de dados. Essas metodologias foram desenvolvidas quando da observação de mudanças na qualidade do meio ambiente, juntamente com a necessidade de se avaliar a magnitude econômica, ambiental e social do impacto causado pelo mau uso dos recursos.

Existe uma distinção entre recursos natural e ambiental, e que deve ser considerada para melhor compreensão. O primeiro se refere a gama de elementos da natureza que servem como insumos, ou como bens de consumo em alguns casos, sendo bens primários e que não foram produzidos anteriormente pela sociedade. Já o segundo é o conjunto de amenidades destinadas basicamente ao consumo (ar e a água limpa, a paisagem, o silêncio, etc), estando à disposição da coletividade, de acordo com Ablas (1992).

A contabilidade dos recursos não renováveis, segundo Morais (1995), deverá ser feita de duas maneiras: a primeira é a abordagem da depreciação do capital natural, que relaciona a perda de capital do meio ambiente decorrente da deterioração dos produtos sustentáveis da economia. A segunda abordagem trata do custo de uso, entendido aqui como a queda dos rendimentos futuros devido a utilização predatória dos recursos naturais no presente.

Os métodos de valoração ambiental buscam estimar valores, pelo lado dos benefícios - avaliando as melhorias ocorridas nos sistemas naturais - e, pelo lado dos custos - valores que estão associados à degradação e aos gastos ou medidas de conservação. Quando se adota um procedimento baseado nos custos, tenta-se atribuir valores para este custo relacionados com os problemas por eles causados, como por exemplo, as perdas de produção agrícola, ocasionando perdas de renda, a perda de nutrientes, que aumenta os custos do produtor, dentre outros. No enfoque dos benefícios, estima-se o ganho líquido de investimentos para se evitar o dano.

Um dos empecilhos para se chegar a uma aproximação do valor ambiental está relacionado com a questão de atribuir preços a certos ativos ambientais que não apresentam um mercado definido, como por exemplo, uma paisagem com erosão.

Como afirma Contador (1997), trabalha-se com preços-sombra, adotados como uma aproximação adequada. Alguns autores classificam os métodos de acordo com o mercado de precificação dos bens naturais adotado. Hufschmidt *et al.* (1983)<sup>11</sup>, citados por Campos (2000, p.22), apresenta a seguinte divisão: “ i) mercados reais (valor da produção, perda de salários, gastos preventivos, custo de reposição); ii) mercados substitutos (bens e serviços de mercado como substitutos, valor da propriedade, diferença de salários, custos de oportunidade, custos de viagem); iii) mercados hipotéticos (valoração contingencial e técnica Delphi)”.

Outra divisão apresentada na literatura refere-se aos métodos de estimação, que possuem abordagem direta ou indireta, conforme quadro 5.

**Quadro 5 - Classificação dos métodos de valoração ambiental, segundo as categorias.**

<b>Categorias</b>	<b>Métodos</b>
<u>Função de produção</u>	1.1) Mercado de bens complementares a) Preços hedônicos b) Custo de viagem 1.2) Valoração Contingente
<u>Função de demanda</u>	2.1) Produtividade Marginal 2.2) Mercado de bens substitutos a) Custos de reposição b) Custos evitados c) Custos de controle d) Custos de oportunidade

Fonte: Motta (1998).

A valoração direta baseia-se nas considerações subjetivas que se pode perceber através do comportamento das pessoas no mercado, ficando evidenciadas as preferências individuais, as quais se relacionam diretamente com as funções de utilidade. Utiliza-se, neste caso, métodos de valoração contingente, custos de viagem e preços hedônicos.

A valoração contingente (também conhecida como técnica do valor associado) baseia-se na disposição que as pessoas tem a pagar: pergunta-se às pessoas o quanto estão dispostas a pagar para enfrentar o problema de uma queda na qualidade do meio ambiente ou para receber um benefício do uso do ambiente. Ao se criarem esses mercados hipotéticos (ou de recorrência), as pessoas expressam sua opinião, valorando, portanto, o meio ambiente. É um método muito comum e às vezes o único possível de se aplicar. Segundo Merico (1996), para

<sup>11</sup> HUFSCHEMIDT, M. M. *et al.*, *Environment, natural systems, and development: an economic valuation guide*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1983.

que o mesmo seja factível, é bom que os entrevistados estejam familiarizados com o bem em questão, sabendo, portanto, de sua verdadeira importância e quais as variáveis que realmente contam.

No caso de avaliação pelos custos de viagem, a tentativa de se valorar o meio ambiente é feita através da valorização do tempo que se gasta para poder usufruir um determinado bem. Considera-se, por exemplo, as horas de trabalho que se perdem para se chegar até o local ou o rendimento que não se obtém, ou ainda, o dinheiro que se precisa gastar. De acordo com Motta (1990, p. 127) isso se faz na perspectiva de que o "valor de uso atribuído aos benefícios recreativos ou turísticos daquele local devem ser, pelo menos, iguais ao dispêndio da viagem que se realiza para desfrutar do lugar".

Com relação aos preços hedônicos, os valores monetários ambientais baseiam-se nos preços de mercado, como por exemplo, nos preços dos imóveis, incluindo fatores como a poluição do ar, a poluição sonora, dentre outros. Segundo Santos (1998, p. 36), "certamente, é complicado separar dentro da valoração do imóvel a parte referente ao meio ambiente, dado que inclui também questões como proximidade de centros comerciais e escolas, além da facilidade de transporte". É importante considerar, também, o grau de informação do comprador do imóvel, podendo ele saber ou não dos efeitos nocivos de um meio ambiente poluído na sua saúde.

Neste contexto, tem sido motivo de críticas o uso de juízos de valor comumente utilizados na aplicação dos métodos (tome-se como exemplo a subjetividade implícita nos conceitos de utilidade e de disposição a pagar). É relevante, também, o fato de que, no caso de um mercado hipotético, o pesquisador possa influenciar as respostas das pessoas ou mesmo que essas pessoas nem sempre respondam a verdade, por saberem que se trata apenas de um mercado hipotético, que na verdade não terão que dispor de quantia alguma. Há que se considerar que esses são empecilhos na aplicação prática dos conceitos teóricos, sendo que também existem dificuldades para as formulações teóricas como as que se dão para a obtenção de informações estatísticas apropriadas (as quais são necessárias para estimar as curvas de demanda e oferta, para medir os excedentes econômicos e os custos de oportunidade) e objeções quanto a valoração do meio ambiente de ordem ética, religiosa e moral.

Os métodos indiretos são aqueles que procuram, primeiramente, relacionar as degradações do meio ambiente com a capacidade de produção do sistema econômico e até mesmo com a saúde das pessoas. Como se pode notar, não medem o estado das preferências

diretamente, daí o nome. Nestas circunstância, avalia-se os custos de reposição e de produção sacrificada, quando os problemas ambientais são pontualmente localizados. Esse método, que se baseia mais em informações científicas e técnicas, difere, portanto, do método direto, que está centrado mais em informações do mercado (existentes ou não), ou seja, nas preferências das pessoas. Por exemplo, tem-se a perda de produção de milho como decorrência da área erodida em determinada propriedade.

Motta (1996)<sup>12</sup>, citado por Campos (2000, p.25), " ...o valor da produção sacrificada passa a representar o custo econômico da oportunidade do uso do meio ambiente. É importante ressaltar que este valor não incorpora os custos associados as questões intertemporais que consideram a disponibilidade dos recursos naturais para gerações futuras. Para tal, seria necessário estimar os impactos econômicos futuros, no caso dos recursos não renováveis, o que exigiria uma gama variada de informações quase sempre não disponíveis. Sempre, porém, que tais custos diretamente estimados representarem pequena parte dos custos totais, não autorizando uma tomada de decisões, outros procedimentos devem ser adotados para avaliar o valor econômico total do meio ambiente".

No custo de reposição de nutrientes, adaptado de Bastos Filho (1995), avalia-se a quantidade física de erosão, associada à perda de nutrientes do solo carregada com a erosão (nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio mais magnésio). Esta perda é calculada com base nos preços de mercado de fertilizantes comerciais e na quantidade necessária de cada um para repor os nutrientes perdidos e seu custo de aplicação na área cultivada.

### **3.4 Valoração da erosão: o método da reposição de nutrientes**

Conforme estudos de Bennett (1939), "o processo de erosão acelerada do solo ocorre quando há alteração do equilíbrio natural entre o processo de perda e o processo de recuperação do solo, causado pelo homem, como um agente potencializador de perda, ou seja, acima da quantidade natural por unidade de tempo."

Como discutido anteriormente, a erosão hídrica acelerada do solo provoca efeito negativos tanto dentro quanto fora da unidade produtiva agrícola e esses efeitos podem ter

---

<sup>12</sup> MOTTA, R. S. da, 1996, "Análise de custo-benefício do meio ambiente". In: MARGULIS, S. (ed). Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos, 2 ed., capítulo 5, Brasília, IPEA/PNUD.

consequências econômicas relevantes para os produtores e para a sociedade, conforme observado nos quadros 6 e 7.

**Quadro 6 - Consequências econômicas internas da erosão do solo.**

<b>Autor e lugar</b>	<b>Perda de nutrientes</b>
Colacicco et al. (1989) Estados Unidos da América	De US\$ 0,06 a US\$ 0,37/t solo erodido
Crosson (1983, 1986) Estados Unidos da América	De US\$ 105 a US\$ 168 milhões
Castro (1987) Estado de São Paulo, Brasil	US\$ 1,7 bilhão
Cavalcanti (1985) Vale do Rio São Francisco, Brasil	US\$ 1,4 bilhão

Fonte: Adaptado de López (1997).

**Quadro 7 - Consequências econômicas externas da erosão do solo.**

<b>Autor e lugar</b>	<b>Tratamento água p/ uso domiciliar</b>
Sorrenson & Montoya (1989) Estado do Paraná, Brasil	US\$ 218 mil/ano
Holmes (1988) Estados Unidos da América	US\$ 353 milhões/ano
<b>Autor e lugar</b>	<b>Produção de hidroeletricidade</b>
Southgate & Macke (1989) Paute, Equador	De US\$ 0,5 a US\$ 1 milhão/ano
Marques (1996) Estado de São Paulo, Brasil	De US\$ 64 a US\$ 74 milhões

Fonte: López (1997).

No presente trabalho verifica-se os efeitos econômicos enfrentadas pelos produtores agrícolas, pois a reposição de nutrientes entra diretamente na composição da planilha de custo dos produtores.

Um estudo de Colacicco *et al.* (1989)<sup>13</sup>, citado por López (1997) analisa no âmbito econômico, os danos da erosão do solo na produtividade, apontando dois tipos de estrutura de danos. O primeiro é o dano permanente, que é ocasionado quando o potencial produtivo do solo é afetado pela diminuição da profundidade do solo e pela perda de capacidade de reter água, causando uma redução permanente da produtividade das terras agrícolas. O segundo são os danos temporários, que causam modificação no potencial produtivo do solo pela perda de nutrientes e outros elementos, que tem um certo grau de reposição, apresentando um custo para o produtor, neste caso não ocorre uma redução permanente da produtividade das terras agrícolas.

Conforme López (1997), são poucos os trabalhos de pesquisa sobre o impacto econômico da erosão realizados no Brasil, refletindo num desconhecimento destas conseqüências econômicas. Sendo assim um estímulo para procurar desenvolver esse trabalho, que poderá futuramente compor um banco de dados agregado que abranja diferenciadas culturas, de variadas áreas e tipos de solo, conforme cada especificidade regional, para auxiliar os órgãos do governo ou iniciativas privadas que desejam formular e traçar políticas que promovam a paralisação de processo erosivos e a recuperação dessas áreas, bem como a preservação de áreas agrosilvopastoris que tem um potencial para se degradar.

O trabalho de valoração deste estudo terá como base o conceito de reposição de nutrientes, considerado como uma *proxy* do valor do bem ou serviço que advém do meio ambiente, ou seja, este conceito mensura o valor monetário do custo necessário para repor os nutrientes perdidos, recorrente do processo de erosão, em equivalentes de fertilizantes na produção agrícola. O objetivo é estimar o valor da depreciação do recurso solo no município de Santo Antônio do Jardim através da perda de nutrientes do solo, trabalhando com o custo de uso (*user cost*) das terras agrícolas dentro da unidade produtiva. É necessário salientar que as estimativas encontradas refletem valores parciais, uma vez que existem componentes perdidos que não possuem instrumentos de mensuração, como por exemplo, a matéria orgânica, que abriga outros micronutrientes. Conforme salientado por Marques & Pereira (2002, pg 9), “no que se refere às perdas de nutrientes, por imposição do próprio método, que não individualiza os tipos de solos existentes em cada região e nem considera as necessidades de reposição em função do tipo de cultura, as perdas destes elementos guardam uma estreita

---

<sup>13</sup> COLACICCO, D.; OSBORN, T.; ALT K. Economic damage from soil erosion. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 44, n.1, p. 35-9, Jan/Feb. 1989.

relação com os montantes relativos às perdas totais de terra devido ao processo de erosão. Da mesma forma, pode-se entender as necessidades de reposição de fertilizantes perdidos, expressos por meio das perdas de nutrientes e de uma relação técnica de equivalência.”

Existem diferentes métodos de valoração que tomam como base a perda de renda agrícola em função da reposição de nutrientes carreados pelo processo erosivo. Como num estudo feito por Hertzler *et al.* (1985), citado em López (1997), o custo do uso foi dividido em três partes, sendo estes o custo da perda de fósforo, custo da perda de potássio e o custo da perda física do solo. As estimativas encontradas no estudo foram possíveis através das informações sobre o rendimento anual da cultura, a profundidade inicial do solo, a umidade média anual do solo, o estoque de fósforo e potássio, a taxa de erosão do solo, o estoque anual remanescente de fósforo e potássio na camada superficial do solo suscetível à erosão e o preço dos fertilizantes fosfatados e potássicos. Utilizou-se uma função generalizada de Leontief para calcular o custo de uso da perda de solo numa bacia do Estado de Iowa, Estados Unidos. Foi estimado que o custo de uso marginal da perda de solo é de aproximadamente US\$70,00 por cm de solo perdido por ha. Os autores alertam para o fato de que o custo de uso não é grande quando comparado com outros custos, sendo desconsiderado pelos agricultores que produzem num ambiente econômico complexo.

No estudo de Sorrenson & Montoya (1989), o trabalho utilizou o método da reposição de macronutrientes para estimar o custo interno da erosão do solo no Estado do Paraná em 1984. Para isso, utilizaram uma taxa de erosão laminar da ordem de 20t/ha/ano, também estimando o custo interno da erosão em sulcos e voçorocas. Os valores são de US\$ 242 milhões anuais em macronutrientes perdidos por erosão laminar e US\$ 34,5 milhões/ano pela redução da produção quando nos estágios de sulcos e voçorocas; perfazendo um total de US\$ 276,5 milhões/ano de custo interno.

Foi feito um estudo no México por Van Tongeren *et al.* (1991) que utilizaram as quantidades médias de nutrientes por hectare, conforme o tipo de atividade, para valorarem economicamente os totais de solo perdido, através dos preços dos fertilizantes. A perda de solo registrada foi calculada pela subtração da superfície total em hectare pela superfície fertilizada em hectare, que foi multiplicada pela quantidade de fertilizantes em kg/ha e pelo seu respectivo preço de mercado. Para que fosse possível a aplicação do método, foram consideradas as perdas de nutrientes contabilizadas somente nas áreas que não foram fertilizadas, além de não calcularem os custos de aplicação dos fertilizantes, dentre outros

componentes, que já são difíceis de avaliarem. Um trabalho semelhante foi realizado pelos mesmos autores para se calcular o valor da perda da erosão no caso de áreas ocupadas com pastagens.

No caso do Brasil, a avaliação econômica dos danos causados pela erosão à atividade agrícola restringe-se à quantidade física e monetária do volume de solo levado, juntamente com o equivalente-fertilizante, que se referem aos nutrientes contidos na solo carreado, conforme estudo de Bellinazzi Junior (1981) e Martin *et al.* (1991).

### 3.5 Descrição do processo de valoração

As características de recurso renovável também cabem ao solo, porém se não utilizado de forma compatível com a sua taxa de formação natural ele pode se tornar um recurso não renovável, ocasionando uma alteração na organização da sociedade como um todo, uma vez que dele dependem o equilíbrio da biodiversidade, impactando diretamente no armazenamento e infiltração de água, na produção de alimentos, dentre outras. Desta forma, os problemas ambientais ocasionados ao solo estão mais ligados às questões de qualidade da manutenção do recurso e menos às questões de exaustão do recurso.

Pode-se notar que o impacto da erosão do solo começa a ser percebido quando esta atinge as características físicas e químicas do solo, por exemplo, a sua estrutura, a diminuição da disponibilidade de nutrientes e do teor de matéria orgânica, diminuição da taxa de infiltração e da capacidade de retenção de água. Assim, o solo sofre um processo progressivo de queda da produtividade potencial<sup>14</sup>, sendo complicado e difícil mensurar essa perda porque há uma atuação da tecnologia para mascarar os resultados. Como por exemplo, a perda de produtividade ocasionado pela diminuição da disponibilidade de nutrientes para as culturas pode ser corrigida pelo uso adicional de fertilizantes como também por técnicas apropriadas de manejo, conforme enfatizado por Schertz (1983).

Quando a erosão reduz a camada do solo necessária para o enraizamento das culturas, que se encontra a 30 cm ou menos da superfície do solo ou quando o subsolo fica exposto, dificulta o rendimento das culturas, pois alteram as relações da água e do ar no solo, podendo

---

<sup>14</sup> Produtividade potencial do solo é o “rendimento que poderia ser obtido se o nível de erosão não tivesse sido danoso”, conforme definido por Dregne (1990, pg. 432)

provocar uma perda irreversível de produtividade, de acordo com Dregne (1990). A alteração da profundidade de enraizamento e a capacidade do solo em reter água para as plantas são os fatores que mais interferem no rendimento das culturas.

Analisando do ponto de vista econômico, a exploração do recurso do solo, considerando um determinado estoque de fertilidade natural pode trazer benefícios para o produtor agrícola e para a sociedade como um todo. Pois durante o tempo de exploração deste estoque, os custos de produção seriam menores do que se estivesse mantendo a fertilidade constante, gerando maiores receitas e retornos líquidos<sup>15</sup> (neste caso a receita líquida é igual ao retorno líquido porque não há mudança no valor de capital da terra agrícola) para o produtor, uma vez que a conservação da fertilidade precisa de práticas que requerem investimentos ou que penalizam os rendimentos, ocasionando uma elevação dos custos médios.

O município de Santo Antônio do Jardim foi indicado pelo Professor Dr. Francisco Lombardi Neto do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), por apresentar alguns dados primários já coletados e ser fruto de pesquisa no âmbito de uma análise agrônômica. Mas não sendo realizado nenhuma valoração monetária da degradação do solo agrícola.

Inicialmente foram obtidos uma série de valores das principais culturas para o ano de 1995 até 2000, através de estudos e consolidação dos levantamentos da safra agrícola realizados pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e pelo IAC em toneladas por hectare. Com base nos estudos realizados por Bellinazzi Junior *et al.* (1981), que através de pesquisa de campo determinou as taxas médias de perda de solo por erosão, em toneladas por hectare ao ano para as principais culturas e outros usos do solo no estado de São Paulo, bem como o teor médio dos principais nutrientes dos solos paulistas (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e sua média para o estado. Em seguida transformou-se a quantidade física estimada de perda de solo em quantidades químicas, respectivamente determinando as toneladas de nutrientes por hectare. A partir do teor de nutrientes declarado na composição dos adubos, obteve-se os equivalentes de fertilizantes.

A água é um recurso natural fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, que ao longo do tempo tem sido usado de forma indiscriminada em função de sua aparente

---

<sup>15</sup> Bunce (1942, pg. 11) define a receita líquida da terra como a receita bruta menos todos os custos de produção (incluindo o retorno do capital e do trabalho, assim como o valor dos produtos produzidos e consumidos na unidade produtiva e o valor da moradia). E o retorno líquido como a receita líquida menos ou mais qualquer alteração no valor do capital da terra agrícola resultante de um sistema de exploração ou de melhoria dela.

inesgotabilidade. Somente nos últimos anos a humanidade tem se preocupado com a recuperação e preservação dos mananciais, na iminência de uma falta generalidade de água.

O grande desenvolvimento da agricultura paulista gerou conseqüências negativas, com impactos ambientais desastrosos, como assoreamento de cursos d'água, contaminação de rios com esgoto e resíduos de agroquímicos, erosão e perda de fertilidade dos solos de forma geral. No Estado de São Paulo, as regiões Oeste e Sul são as mais danificadas. Surgiu então a necessidade de implantação de um programa de microbacias hidrográficas, que são áreas geográficas delimitadas por divisões de água, drenadas por um rio ou córrego para onde escorre a água da chuva. O principal objetivo do programa é promover o desenvolvimento rural sustentável, que consiste no desenvolvimento do setor agropecuário, garantindo ao produtor retorno econômico adequado, preservando o meio ambiente, com o mínimo de impactos negativos possíveis. Após a formação das bacias, os preços serão discutidos e estabelecidos pelos comitês que integram determinada bacias e cobrados de acordo com suas necessidades de ações e obras. A procura por água para irrigação não geraria problemas, uma vez que a taxa de extração não suplante a sua reposição pelo ciclo hidrológico normal.

O processo de erosão também causa um sério problema na capacidade do solo de absorver a água da chuva, prejudicando o desenvolvimento da planta no período de sua formação. Num estágio mais avançado da erosão, a dificuldade do solo em reter água intensifica a evolução do processo erosivo até chegar a níveis irreversíveis. Em decorrência da importância da água, também se calcula o valor monetário da perda deste recurso.

Para o cálculo do valor da perda da água foi utilizado o índice pluviométrico da região em estudo para o período de 1995 a 2000, obtido junto a CATI. Segundo Bertoni *et al.* (1999), é possível estimar o volume atual de enxurradas conhecendo-se a porcentagem de chuva que escorre em cada tipo de exploração do solo (escoamento médio). Tendo a área cultivada e os valores pluviométricos, calculamos a quantidade de água em metros cúbicos que abasteceu a região. E considerando a porcentagem de chuva para cada tipo de cultura chegamos na quantidade em metros cúbicos de água que são perdidos quando se manifesta a erosão. O preço cobrado pela utilização da água foi obtido junto ao Conselho de Micro Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, no Vale do Paraíba no Estado de São Paulo.

Em posse dos dados, formula-se uma equação, com o objetivo de valorar monetariamente a erosão do solo.

$$VMER = ( QTNPe-f \times Pfert ) + Cfert + (QTAP \times P\text{agua})$$

onde,

VMER = Valor Monetário da Erosão do Solo Agrícola

QTNPe-f = Quantidade Total de Nutrientes Perdidos em equivalente de fertilizantes

Pfert = Preço de mercado dos fertilizantes em reais por tonelada

Cfert = Custo de aplicação do fertilizantes

QTAP = Quantidade Total de Água Perdida

Pagua = Preço da água em reais por m<sup>3</sup>

Abaixo são apresentados os passos para calcular a equação, tendo uma série das principais culturas praticadas na região de estudo, bem como os índices de perda média de solo e água por cultura e o teor médio de nutrientes:

- i) estimar a evolução das perdas média de solo em tonelada por hectare ao ano de acordo com o uso do solo no período estudado;
- ii) calcular as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio+magnésio perdidos em função das perdas físicas de solo pela erosão em toneladas por hectare ao ano;
- iii) obter o equivalente em fertilizantes dos nutrientes perdidos no município em toneladas, conseguindo calcular a variável QTNPe-f;
- iv) montar uma série com os preços de mercado dos fertilizantes para o período, em reais por toneladas, chegando na variável Pfert;
- v) calcular os custos de aplicação médio dos fertilizantes para a região, em reais, determinando a variável Cfert;
- vi) estimar a perda de água decorrente do processo de erosão em m<sup>3</sup>, calculando a variável QTAP;
- vii) obter o valor cobrado em reais por m<sup>3</sup> de água para a irrigação das culturas, chegando na variável Págua.

A obtenção da estimativa monetária da degradação do solo pela erosão através deste método é um valor *proxy* que tem uma representatividade razoável para auxiliar mecanismos de políticas de controle e recuperação do solo, diante da escassez de informações mais precisas para formular outras abordagens de avaliação. É importante também destacar algumas considerações sobre este método: juntamente com o arrastamento dos nutrientes, o material orgânico é levado com as partículas físicas de solo, comprometendo a riqueza natural da biota do solo, mas que são de difícil mensuração. Trabalha-se com o pressuposto de que todo o nutriente perdido deva ser repostado, quando na verdade apenas uma parte dos macronutrientes são repostos, mas como o solo apresenta uma capacidade regenerativa natural, havendo perdas que não afetam a produtividade das plantas, considera-se a eficiência da reposição dos nutrientes pelos equivalentes em fertilizantes, mesmo admitindo que esses apresentam impurezas.

## 4. ESTUDO DE CASO

“A erosão não é somente um fenômeno físico, mas também um problema social e econômico e resulta fundamentalmente de uma inadequada relação entre o solo e o homem”. **Bertoni & Lombardi Neto (1999)**

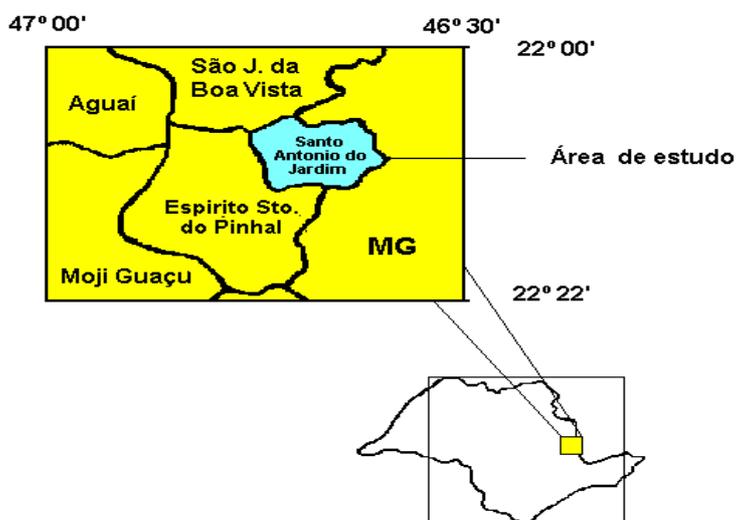
Para compreender o real impacto da erosão do solo agrícola, faz-se necessário a sua valoração numa determinada localidade. Desta forma, procura-se avaliar monetariamente a erosão do solo agrícola no município de Santo Antônio do Jardim, situado na porção leste do Estado de São Paulo, verificando como a degradação afeta a região, ainda mais quando a maior parcela de sua renda advém da agricultura. Inicialmente, apresenta-se as características sócio-econômico-ambiental da região, que se baseou amplamente na obra de Lagrotti (2000). Calculando em seguida as variáveis que compõe a equação do valor monetário da erosão do solo agrícola através do custo de reposição de nutrientes, discutindo a magnitude dos valores calculados.

### 4.1 Caracterização do município de Santo Antônio do Jardim

Um breve histórico do município é importante para se conhecer a região que se pretende analisar, propiciando sucesso na indicação e avaliação das políticas de recuperação de áreas degradadas. O atual município de Santo Antônio do Jardim foi fundado em 26 de março de 1881 por Rita Maria de Jesus, com o nome de Jardim Artimista, que mais tarde, em 8 de novembro de 1915 tornou-se distrito, com o nome de Santo Antônio do Jardim em terras do município de Espírito Santo do Pinhal. Seu nome foi alterado para Jardim em 30 de

novembro de 1938 e, novamente modificado para o nome atual, Santo Antônio do Jardim, em 30 de novembro de 1944. Desta forma, o município foi criado em 30 de novembro de 1953.

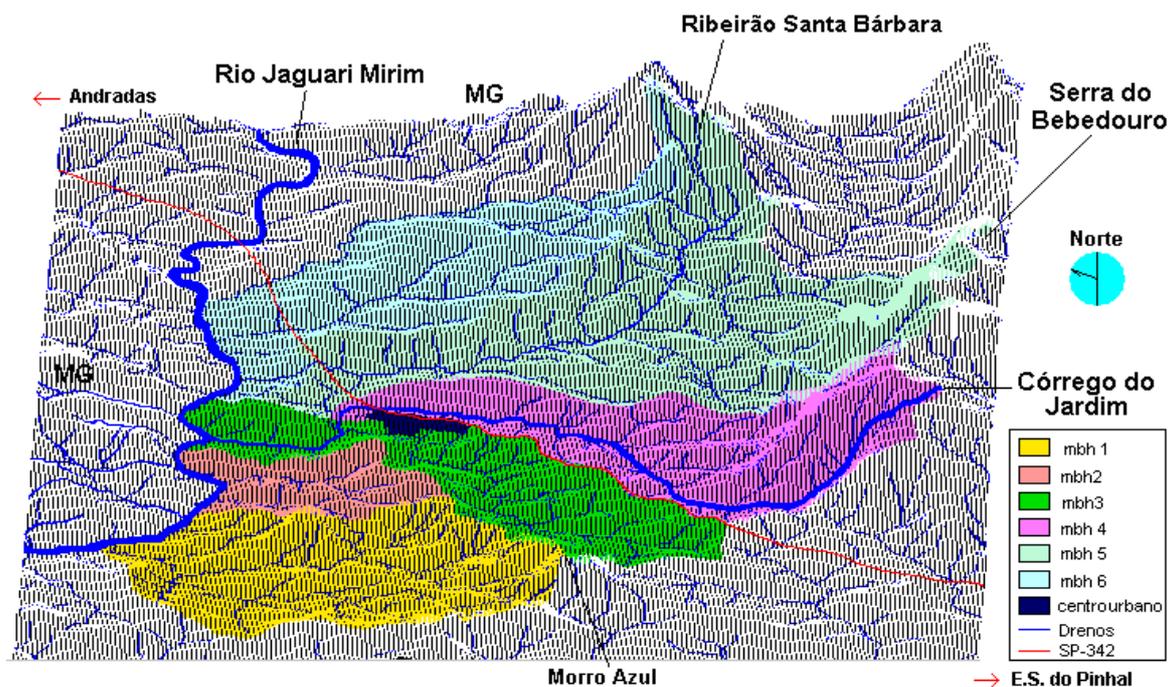
O município de Santo Antônio do Jardim faz parte da Região de Governo de São João da Boa Vista, que está inserida na Região Administrativa de Campinas, no Estado de São Paulo. A cidade se encontra numa altitude de 850 metros em relação ao nível do mar, com altitude máxima de 1.317 metros e mínima de 776 metros. Sua posição é determinada pelas coordenadas geográficas de 22°06' - 22°11' S e 46°36' - 46°46' W e possui uma área de 10.875 ha, representado 108 Km<sup>2</sup>, mantendo fronteira ao norte e a leste com o Estado de Minas Gerais (Rio Jaguari-Mirim e Serra da Mantiqueira) e ao sul, com o município de Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo (Serra do Bebedouro), conforme pode ser observado na figura 2.



**Figura 2.** Área de estudo: localização do município de Santo Antônio do Jardim.

#### 4.1.1. Características da Microbacia

O município está inserido na Microbacia do Córrego do Jardim (figura 3), que apresenta uma área de captação de 1.634 ha, correspondendo um sistema de drenagem dendrítico, onde das nascentes da Serra do Bebedouro surgem dois drenos de primeira ordem, que se unem mais abaixo formando o córrego. Pode-se dividir a Microbacia em duas partes distintas. A primeira é uma região de morros paralelos, que começa na região



**Figura 3.** Área de estudo: localização da divisão em microbacias.

serrana e vai até o perímetro urbano do município, constituídos por solos relativamente profundos sem a presença de cascalho com declividade que variam de 12% a 18%. Os terrenos

com uma declividade mais amena (suave) são utilizados com a cafeicultura tradicional, atividade esta que é realizada com mecanização, além de pastagem para a pecuária leiteira. A segunda parte é a região serrana, tendo a Serra do Bebedouro como integrante, onde as declividades são da ordem de 25%, com solos que apresentam cascalhos de formas variáveis e afloramentos rochosos. Essa região apresenta inúmeras nascentes, sendo desta forma um componente importante no contexto ambiental da região. Nessa região também são observadas a falta de vegetação nos cumes dos morros, a plantação de café em áreas montanhosas e o cultivo de lavouras de subsistência.

O clima da região, conforme Russo Jr (1980), é de dois sub-tipos de clima tropical: destacando verões com temperaturas mais amenas nas regiões serranas que fazem fronteira com o Estado de Minas Gerais e com inverno seco e verão chuvoso para as regiões próximas ao Rio Jaguari-Mirim de menor altitude. De acordo com os dados do município, fornecidos pela Prefeitura, a precipitação anual chega a 1.577 mm, com temperatura média variando de 21,50°C a 23,3°C, na estação mais chuvosa que se estende de outubro a março e temperatura média variando de 17,10°C a 20,80°C na estação mais seca, que vai de abril a setembro. As chuvas ocorrem nos meses que vão de dezembro a fevereiro, cujo total pluviométrico mensal médio varia de 223 mm a 275 mm. Os meses mais secos, vão de junho a agosto, apresentam um total pluviométrico mensal médio de 40 mm, com totais de precipitação variando entre 1.350 mm a 1.450 mm.

Sua vegetação é formada por florestas latifoliadas tropicais, variando de decídua a perenifolias conforme vai se elevando as altitudes da Serra da Mantiqueira, encontrando preservada somente na parte mais íngreme dos morros, pois nas outras regiões, ela já foi praticamente desmatada, restando algumas reservas particulares, conforme observado em Lagrotti (2000). Pode-se observar através da tabela 1 (que são dados referentes ao tipo de uso das terras e suas respectivas áreas em hectares, o qual a pastagem ocupa a maior área, seguida pela cultura do café.

**TABELA 1 - Tipo de uso do solo em ha do município de Santo Antônio do Jardim-SP, censo do ano de 1995/96.**

<b>Tipo de uso</b>	<b>Áreas (ha)</b>
Cultura perene	3008
Cultura semi-perene	589
Cultura anual	900
Pastagem	4415
Reflorestamento	552
Vegetação natural	683
Área inaproveitada	112
Área inaproveitável	308
Área complementar	306
<b>Total</b>	<b>10875</b>

Fonte: Dados do Projeto LUPA da CATI.

#### 4.1.2 Solos e geologia

Conforme Ross & Moroz (1997), a área de estudo é constituída pela sub-unidade do Planalto Atlântico, denominada de Serra Negra /Lindóia, também apresentam morros com topos aguçados e vales que variam entre 20m a 160m, além de altimetrias entre 900m a 1.100m. As declividades dessa região estão na ordem de mais de 40% nas regiões serranas, podendo destacar a Serra do Bebedouro e Morro Azul. Lagrotti (2000), que cita Abreu (1973)<sup>16</sup>, enfatiza que a complexidade paisagística desta região é elevada quando há o contato entre os sedimentos da Bacia do Paraná e o embasamento Cristalino, tendo a ocupação do solo

<sup>16</sup> ABREU. A. A. de . Estruturação de paisagens geográficas no médio vale do Jaguarí-Mirim. USP – Depto. de Geografia, Tese de Doutorado, São Paulo, 176 pag.,1973.

e o povoamento contribuído para a participação da formação da paisagem. Assim, o estudo dessa formação é essencial para a organização e realização de planejamento para a região.

Observando o mapa de erosão do Estado (IPT,1995), pode-se notar que a região é altamente susceptível ao surgimento do processo erosivo, que tem nos seguintes fatores os seus agravantes: como o relevo acidentado, baixa coesão do saprolito e rampas médias e longas que potencializam o surgimento de erosão laminar intensa e sulcos.

Com relação ao tipo de solo, utilizou-se os dados dos levantamentos semidetalhado segundo Oliveira (1992) e Oliveira *et al.* (1982), do qual foi aproveitado as informações fornecidas por esses trabalhos. O quadro 8 mostra a correspondência entre a classificação do levantamento semidetalhado e a que compõe o mapa pedológico do Estado de São Paulo por Oliveira (1999), baseado em EMBRAPA (1999).

**Quadro 8 - Correspondência de Nomenclatura entre o levantamento semidetalhado e a atual classificação para os solos da região de estudo.**

Levantamento semidetalhado – Oliveira (1992)			Classificação atual - Oliveira (1999)	
Classe	Unidade	Descrição	Classe	Sigla
Podzólico Vermelho Amarelo (PV5)	Cristalino	Indiscriminados	Argissolo Vermelho Amarelo	PVA
Podzólico Vermelho Amarelo com cascalhos (PV5c)	Cristalino com cascalhos	Indiscriminados	Argissolo Vermelho Amarelo	PVA
Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico (PVL)	Cristalino Latossólico	Latossólicos indiscriminados	Argissolo Vermelho Amarelo	PVA
Cambissolos (C1/p)	Sete Lagoas	A moderado, textura indiscriminada	Cambissolo	C
Latossolo Vermelho Escuro (Led3)	Limeira	Distrófico; A moderado; textura argilosa	Latossolo Vermelho	LV
Latossolo Vermelho Amarelo (LVd8)	Camarguinho	Álico, A húmico, textura argilosa leve	Latossolo Vermelho Amarelo	LVA
Latossolo Vermelho Amarelo (LVd3)	Mato Dentro	Distrófico ou Álico, A moderado, textura argilosa leve	Latossolo Vermelho Amarelo	LVA
Latossolo Vermelho Amarelo (LVd4)	Ponte Funda	Distrófico ou Álico, A moderado, textura argilosa leve	Latossolo Vermelho Amarelo	LVA

Fonte: Lagrotti (2000).

Conforme o levantamento de solo para a região, pode-se notar que nos morros aplainados, com declividade entre 0% a 6% predomina a pastagem (38,5%) seguida da cultura de café (35,25%). Já os argissolos ocupam a média vertente, predominando nas regiões serranas os que contém a presença de cascalhos, novamente com a predominância da presença de pastagem (44,57%), seguidos pela cultura de café (22,43%). O trabalho de levantamento também sinaliza a presença de cambissolos formando os terrenos aluvionais (pequenas várzeas) do Rio Jaguari-Mirim, com 60% de ocupação com pastagem. Conforme Lagrotti (2000), que cita Prado (1997)<sup>17</sup>, enfatiza que a intensidade do processo de intemperismo nos solos tropicais provoca o surgimento da presença de solos profundos e bem drenados, desta forma com baixos valores de saturação por bases (V) e Capacidade de Troca de Cátions (CTC) nos horizontes superficiais. Assim, os latossolos da região de estudo possui caráter eutróficos (V maior que 50%), enquanto que os latossolos distróficos (V menor que 50%) tem limitações em sua fertilidade, prejudicando a prática agrícola, mas pode ser amenizado através de sistemas de manejo intensivo, encarecendo a planilha de custo do agricultor. Os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), apresentam um alto risco de erosão e problemas com a mecanização, pois mesmo tendo características de solo bem drenado e profundo, a declividade é acentuada.

Observando o quadro 9, pode-se notar a composição de unidades diferenciadas de tipos de solos que compõe a região, bem como a sua respectiva área e a formação do relevo, sendo fundamental para se conhecer a inclinação do terreno, fator este que contribui para a intensidade do surgimento e progresso do processo erosivo. Assim, o conhecimento da estrutura de formação do solo da região, facilita a indicação e implantação de práticas de manejo que condizem com essa formação, levando a um investimento satisfatório em termos monetários, por incluírem gastos adicionais nas planilhas de custo dos produtores, e em termos ecológicos, por diminuir a deterioração do recurso solo. Desta forma, 84,37% dos terrenos da região apresentam relevo na formação suave ondulado + ondulado, que perfazem um total de 9.058,9 ha, 14,49% têm formação fortemente ondulado + montanhoso, com 1.555,5 ha e por último com uma representação de apenas 1,14% de formação plana, com ocupação de uma área de 122,7 ha.

---

<sup>17</sup> PRADO, H. do. Solos tropicais: potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso. Piracicaba, 166 pag., 1997.

**Quadro 9 - Unidades de solo e formação do relevo por área, para o município de Santo Antônio do Jardim – SP.**

<b>Unidade</b>	<b>Relevo</b>	<b>Área (ha)</b>
<b>LIMEIRA (LV)</b>	Suave ondulado	30.8
<b>CRISTALINO (PVA)</b>	Suave ondulado + ondulado	2714.9
<b>CRISTALINO COM CASCALHOS (PVA)</b>	Fortemente ondulado	84.4
<b>CAMARGUINHO (LVA)</b>	Suavemente ondulado	932.4
<b>SETE LAGOAS (C)</b>	Plano	96.1
<b>CRISTALINO (PVA)</b>	Ondulado	1999.5
<b>MATO DENTRO (LVA)</b>	Suavemente ondulado	87.2
<b>PONTE FUNDA (LVA) + LATOSSÓLICO (PVA)</b>	Suavemente ondulado + Suavemente ondulado	1385.1
<b>CRISTALINO COM CASCALHOS (PVA)</b>	Fortemente ondulado	340.2
<b>CRISTALINO COM CASCALHOS (PVA)</b>	Montanhoso	1130.9
<b>CRISTALINO (PVA)</b>	Plano (platô)	26.6
<b>CRISTALINOS LATOSSÓLICOS (PVA) + CRISTALINO (PVA)</b>	Ondulado + suavemente ondulado	1909.0

Fonte: Adptado de Lagrotti (2000).

#### **4.1.3 Aspectos sócio-econômicos**

No município, alguns produtos se destacaram no ano 2000 em termos de volume de produção, dentre os quais o milho (com 2.880 toneladas), a cana (22.870 toneladas), café (92.421 sacas), bovinos (3.060 cabeças), além de produtos básicos na cesta de consumo da população, como arroz (120 toneladas) e feijão (141 toneladas), em dados do mesmo ano. Em 2001, as pastagens naturais somadas às pastagens plantadas correspondiam a 40,59% da área ocupada; 27,77% da área é ocupada com culturas permanentes, tendo o maior destaque a produção de café; e 9,83% de lavouras temporárias, conforme dados da CATI (2001), evidenciando a predominância na região das atividades agropecuária. A agropecuária constitui

a principal atividade do município, aliada a agroindústria de transformação dos produtos agrícolas, como laticínios, conservas e café. Ocupando o maior número de trabalhadores.

Conforme dados da Fundação SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados), referentes aos censos de 2000 e 2002. O município possui 6.271 habitantes, com densidade demográfica da ordem de 60,3 habitantes por Km<sup>2</sup>. A taxa de urbanização é de 53,20%, denotando que 3.336 habitantes residem e trabalham na cidade, geralmente nas atividades de prestação de serviço e comércio. Desta forma, 2.935 pessoas se localizam na zona rural, ficando dependente das ofertas sazonais de empregos no setor agrícola. As condições sociais se resumem da seguinte forma: a taxa de analfabetismo de adultos está em torno dos 20%, com um período médio de quatro anos de estudo dos chefes de família, 47% dos proprietários concluíram o antigo ensino primário (de 1º a 4º série). Quanto a disposição de energia elétrica, tanto para uso residencial como para uso nas atividades de trabalho, estão inseridos num total de 355 propriedades, correspondendo 77% do total; o abastecimento de água atinge 97,06% dos estabelecimentos urbanos e rurais; 95,18% é o nível de atendimento do esgoto sanitário, recebendo tratamento cerca de 85% deste.

Os dados do Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), censo de 1995/96, indicam que existem 458 propriedades rurais no município de Santo Antônio do Jardim, no qual apresenta na sua totalidade (76,20%) de propriedades com tamanhos inferiores a 20 hectares, e os outros 23,80% estão divididos entre os proprietários que têm acima de 20 hectares (22,93%) e as propriedades com tamanhos acima de 200 ha (0,87% , ou seja, apenas 4 proprietários). Esses dados demonstram que a região apresenta estabelecimentos agrícolas pequenos, com trabalhadores em regime temporário que evidenciam adoção de exploração intensiva. Sobre as ocupações dos estabelecimentos, os dados do censo mostram que 32,0% das propriedades agrícolas de Santo Antônio do Jardim são próprias e 51,0% dos proprietários residem na propriedade. Outro dado importante é a utilização de assistência técnica, que atinge a maioria dos proprietários, com uma abrangência de 86% dentre esse total, 75% utilizam assistência governamental, sendo um indicativo importante para a atuação de órgãos governamentais que visem implantar algum tipo de projeto de recuperação/preservação de áreas degradadas. A adoção de manejo do solo também é alta na região, demonstrando a vontade por parte dos produtores de agirem para não depreciarem a sua fonte de sobrevivência e de renda, que é a terra. Assim, 87% dos

proprietários fazem análise de solo, 89% adotam a calagem, 87% adubação orgânica, 89% realizam práticas de conservação do solo e 88% trabalham com sementes melhoradas.

A atividade agrícola é explorada de forma intensiva no município, que nem sempre esta aliada as medidas conservacionistas, ocorrendo problemas de erosão e sedimentação do Córrego do Jardim.

A principal cultura é a cafeicultura, que 78,16% das unidades produtivas estão inseridas, seguida pela produção de milho com 49,34% das propriedades, cana-de-açúcar com 17,03%, feijão está na ordem de 18,78% das propriedades e também é importante destacar a produção de laranja, contando com 17,68% dos estabelecimentos. Uma parte significativa dos produtores de café conjuga esta cultura com a atividade pecuária e a criação de pequenos animais, conforme se observa a utilização das unidades ocupadas com a produção de milho e cana-de-açúcar, bem como a enorme área do município ocupada com pastagens (40,60% ). Em relação à pecuária, pode-se destacar que mais da metade dos estabelecimentos, em torno de 56,33% possuem rebanho bovino, representando 5.694 cabeças de gado.

Em áreas de cafeicultura ocorre, em variadas intensidades, o processo de erosão laminar, devido a má cobertura da superfície do solo, escoamento de água de propriedades vizinhas, não reposição de matéria orgânica etc. Já nas áreas de pastagens ocorrem a erosão em sulcos, devido aos seguintes fatores: cobertura insuficiente do solo por pastagens mal manejadas; inadequação das práticas conservacionistas; formação de trilhos e pisoteio por concentração de animais na margem dos rios.

Vale destacar a importância da escolha deste ecossistema pela sua característica peculiar, representado por propriedades de pequeno porte, que são gerenciadas pelos próprios proprietários, tendo como fonte de renda a exploração agropecuária. Também merece destaque os esforços empreendidos pelos produtores agrícolas, pesquisadores e extensionistas em identificar formas de combate ao desequilíbrio ambiental, que é ocasionado pelos elevados índices de erosão. E por último, pode-se considerar as informações existentes da região, que já foram consolidadas em pesquisas anteriores, e organizadas pelos órgãos de pesquisa do Estado de São Paulo.



**Reflorestamento**                      560,00    560,00    562,00    550,00    568,00    570,00

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI/Campinas-SP

Utilizando o trabalho de Bellinazzi Jr *et al.* (1981), foram obtidas as estimativas da perda média de solo por hectare e por cultura, os autores utilizaram a Equação Universal de Perda do Solo que considera as seguintes variáveis: clima, erodibilidade do solo, topografia, uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas adotadas. E no trabalho de Bertoni *et alii* (1976) foram obtidos os valores para a perda de água devido ao processo de erosão, tendo como base uma localidade que apresenta precipitação média de 1.300 mm de chuva e declive entre 8,5 e 12,8%, conforme apresentado na tabela 3.

**TABELA 3 – Taxas médias de perda de solo por erosão, em t/ha/ano, e água, em porcentagem da chuva, para algumas culturas do Estado de São Paulo.**

Tipo de culturas	Perdas de	
	Solo (t/ha)	Água (% da chuva)
<b>Anual</b>		
Algodão	24,800	9,7
Amendoim	26,700	9,2
Arroz	25,100	11,2
Batata	18,400	6,6
Cebola	17,500	-
Feijão	38,100	11,2
Milho	12,000	5,2
Soja	20,100	6,9
Trigo	10,000	-
Outras	24,100	-
<b>Temporária</b>		
Cana	12,400	4,2
Mamona	41,500	12,0
Mandioca	33,900	11,4
<b>Permanente</b>		
Banana	0,900	1,1
Café	0,900	1,1
Laranja	0,900	1,1
Pastagens	0,400	0,7
Floresta natural	0,004	0,7
Reflorestamento	0,040	1,0
<b>Outros usos</b>		
Outras	25,000	-

FONTE: Bellinazzi Jr. *et al.* (1981) para perda de solo e Bertoni *et al.* (1976) para perda de água.

Através dos dados da tabela 2, sobre a evolução da área cultivada com as diversas culturas anuais, temporárias, permanentes, pastagem, matas e reflorestamento, e as taxas médias de perda de solo, estimou a quantidade de solo perdido no ano de 1995 a 2000, por tipo de cultura, conforme tabela 4 e anexo A, de acordo com o uso agrícola do solo. Calculando a estimativa de perda de solo no município de Santo Antônio do Jardim.

**TABELA 4 – Evolução das perdas físicas de solo pela erosão no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.**

<b>Tipo de Cultura</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Culturas Anuais</b>						
Milho	10.470,00	10.740,00	11.136,00	11.400,00	11.280,00	10.440,00
Feijão	2.537,46	4.114,80	3.810,00	3.810,00	3.429,00	2.857,50
Arroz	1.365,44	1.430,70	1.757,00	2.008,00	1.506,00	1.506,00
Batata	540,96	540,96	540,96	540,96	540,96	540,96
<b>Culturas Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5.914,80	7.216,80	3.670,40	3.707,60	3.707,60	3.893,60
<b>Culturas Permanentes</b>						
Café	2.653,92	2.653,92	2.681,34	2.681,34	2.681,34	2.681,34
Laranja	18,63	19,93	19,93	28,45	28,45	28,45
Banana	11,97	6,30	8,10	9,00	8,10	9,00
<b>Pastagens</b>	<b>756,40</b>	<b>756,40</b>	<b>756,40</b>	<b>756,40</b>	<b>756,40</b>	<b>756,40</b>
<b>Mata natural</b>	<b>2,73</b>	<b>2,73</b>	<b>2,73</b>	<b>2,73</b>	<b>2,73</b>	<b>2,73</b>
<b>Reflorestamento</b>	<b>22,40</b>	<b>22,40</b>	<b>22,48</b>	<b>22,00</b>	<b>22,72</b>	<b>22,80</b>

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al* (1981).

É importante destacar que as perdas de solo não se refletem apenas de forma física, pois o solo possui uma fertilidade natural que se encontra depositada na camada mais superficial, que também acaba sendo perdida com a desagregação da estrutura do solo pelo processo de erosão.

Com base em estudos e experiências de campo, Bellinazzi Jr *et al* (1981) determinaram os teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio + magnésio que se encontram nos solos paulistas, auxiliando na processo de conversão destes nutrientes naturais, pertencentes da biota do solo, em equivalentes de fertilizantes para possibilitar a determinação de valores monetários. Apresentados na tabela 5.

**TABELA 5 – Teor médio de nutrientes no solo paulista, em porcentagem.**

<b>Elementos</b>	<b>Valores em %</b>
Nitrogênio (N)	0,096750
Fósforo (P)	0,002641
Potássio (K)	0,010058
Cálcio + Magnésio (Ca+Mg)	0,094872

Fonte: Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

Com a tabela dos dados de perda de solo por cultura, conseguimos calcular a quantidade em toneladas por hectare ao ano, dos nutrientes perdidos ao longo do período estudado em termos de nitrogênio, fósforo, potássio e de cálcio + magnésio, conforme tabela 6, 7, 8 e 9 e anexo B.

**TABELA 6 – Perda de nitrogênio (N), em t/ha/ano, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.**

<b>Tipo de cultura</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Culturas Anuais</b>						
Milho	10,12973	10,39095	10,77408	11,02950	10,91340	10,10070
Feijão	2,45499	3,98107	3,68618	3,68618	3,31756	2,76463
Arroz	1,32106	1,38420	1,69990	1,94274	1,45706	1,45706
Batata	0,52338	0,52338	0,52338	0,52338	0,52338	0,52338
<b>Culturas Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5,72257	6,98225	3,55111	3,58710	3,58710	3,76706
<b>Culturas Permanentes</b>						
Café	2,56767	2,56767	2,59420	2,59420	2,59420	2,59420
Laranja	0,01802	0,01928	0,01928	0,02752	0,02752	0,02752
Banana	0,01158	0,00610	0,00784	0,00871	0,00784	0,00871
<b>Pastagens</b>	0,73182	0,73182	0,73182	0,73182	0,73182	0,73182
<b>Mata natural</b>	0,00264	0,00264	0,00264	0,00264	0,00264	0,00264
<b>Reflorestamento</b>	0,02167	0,02167	0,02175	0,02129	0,02198	0,02206
<b>Total das perdas de</b>	<b>23,50513</b>	<b>26,61103</b>	<b>23,61217</b>	<b>24,15507</b>	<b>23,18450</b>	<b>21,99977</b>

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

**TABELA 7 – Perda de fósforo (P), em t/ha/ano, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.**

<b>Tipo de cultura</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Culturas Anuais</b>						
Milho	0,27655	0,28369	0,29415	0,30112	0,29795	0,27576
Feijão	0,06702	0,10869	0,10064	0,10064	0,09057	0,07548
Arroz	0,03607	0,03779	0,04641	0,05304	0,03978	0,03978
Batata	0,01429	0,01429	0,01429	0,01429	0,01429	0,01429
<b>Culturas Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	0,15623	0,19062	0,09695	0,09793	0,09793	0,10285
<b>Culturas Permanentes</b>						
Café	0,07010	0,07010	0,07082	0,07082	0,07082	0,07082
Laranja	0,00049	0,00053	0,00053	0,00075	0,00075	0,00075
Banana	0,00032	0,00017	0,00021	0,00024	0,00021	0,00024
<b>Pastagens</b>	0,01998	0,01998	0,01998	0,01998	0,01998	0,01998
<b>Mata natural</b>	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007
<b>Reflorestamento</b>	0,00059	0,00059	0,00059	0,00058	0,00060	0,00060
<b>Total das perdas</b>	<b>0,64172</b>	<b>0,72652</b>	<b>0,64464</b>	<b>0,65946</b>	<b>0,63297</b>	<b>0,60062</b>

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

**TABELA 8 – Perda de potássio (K), em t/ha/ano, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.**

<b>Tipo de cultura</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Culturas Anuais</b>						
Milho	1,05307	1,08023	1,12006	1,14661	1,13454	1,05006
Feijão	0,25522	0,41387	0,38321	0,38321	0,34489	0,28741
Arroz	0,13734	0,14390	0,17672	0,20196	0,15147	0,15147
Batata	0,05441	0,05441	0,05441	0,05441	0,05441	0,05441
<b>Culturas Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	0,59491	0,72587	0,36917	0,37291	0,37291	0,39162
<b>Culturas Permanentes</b>						
Café	0,26693	0,26693	0,26969	0,26969	0,26969	0,26969
Laranja	0,00187	0,00200	0,00200	0,00286	0,00286	0,00286
Banana	0,00120	0,00063	0,00081	0,00091	0,00081	0,00091
<b>Pastagens</b>	0,07608	0,07608	0,07608	0,07608	0,07608	0,07608
<b>Mata natural</b>	0,00027	0,00027	0,00027	0,00027	0,00027	0,00027
<b>Reflorestamento</b>	0,00225	0,00225	0,00226	0,00221	0,00229	0,00229
<b>Total das perdas</b>	<b>2,44356</b>	<b>2,76645</b>	<b>2,45469</b>	<b>2,51113</b>	<b>2,41023</b>	<b>2,28707</b>

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

**TABELA 9 – Perda de cálcio + magnésio (Ca + Mg), em t/ha/ano, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.**

<b>Tipo de cultura</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Culturas Anuais</b>						
Milho	9,93310	10,18925	10,56495	10,81541	10,70156	9,90464
Feijão	2,40734	3,90379	3,61462	3,61462	3,25316	2,71097
Arroz	1,29542	1,35733	1,66690	1,90503	1,42877	1,42877
Batata	0,51322	0,51322	0,51322	0,51322	0,51322	0,51322
<b>Culturas Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5,61149	6,84672	3,48218	3,51747	3,51747	3,69394
<b>Culturas Permanentes</b>						
Café	2,51783	2,51783	2,54384	2,54384	2,54384	2,54384
Laranja	0,01767	0,01890	0,01890	0,02699	0,02699	0,02699
Banana	0,01136	0,00598	0,00768	0,00854	0,00768	0,00854
<b>Pastagens</b>	0,71761	0,71761	0,71761	0,71761	0,71761	0,71761
<b>Mata natural</b>	0,00259	0,00259	0,00259	0,00259	0,00259	0,00259
<b>Reflorestamento</b>	0,02125	0,02125	0,02133	0,02087	0,02155	0,02163
<b>Total das perdas</b>	<b>23,04888</b>	<b>26,09448</b>	<b>23,15384</b>	<b>23,68620</b>	<b>22,73447</b>	<b>21,57274</b>

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

Após obter a perda dos nutrientes para cada tipo de cultura, conforme demonstrado acima, tem-se uma noção das perdas diferenciada por cultura, auxiliando na elaboração de técnicas de manejo adequado para conter ou até mesmo evitar que haja degradação. Para facilitar a análise, prossegue-se agregando os dados de perdas de nutrientes, por ano, apresentado na tabela 10.

**TABELA 10 – Perda de nutrientes no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.**

<b>Anos/Nutrientes</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca+Mg</b>
<b>1995</b>	23,50513	0,654172	2,44356	23,14888
<b>1996</b>	26,61103	0,72652	2,76645	26,09448
<b>1997</b>	23,61217	0,64464	2,45469	23,15384
<b>1998</b>	24,15507	0,65946	2,51113	23,68620
<b>1999</b>	23,18450	0,63297	2,41023	22,73447
<b>2000</b>	21,99977	0,60062	2,28707	21,57274

Fonte: Cálculos com base nos dados da (CATI) e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

Para que se pudesse realizar o cálculo da estimativa, não é considerado a capacidade de suporte do solo (quantidade tolerável de nutrientes perdidos), desta forma há necessidade de uma reposição integral. Assim, para continuar no processo de valoração, foram utilizados os valores de conversão dos nutrientes para equivalentes de fertilizantes comerciais, de acordo com a tabela 11, que também foram obtidos de Bellinazzi Jr *et al.* (1981), que retirou dos dados fornecidos pelos fabricantes, a equivalência, e que são mais comercializados no mercado paulista, como o sulfato de amônia para o nitrogênio, o superfosfato simples para o fósforo, o cloreto de potássio para o potássio e o calcário dolomítico para o cálcio + magnésio.

**TABELA 11 – Valores de conversão e perdas de nutrientes em fertilizantes comerciais.**

Elementos	Fertilizantes	Teor médio de nutrientes	Kg de fertiliz. por Kg de nutrientes perdido
N	Sulfato de amônia	20%	5,00
P	Superfosfato Simples	18%	5,56
K	Cloreto de Potássio	58%	1,72
Ca + Mg	Calcário dolomítico	38%	2,63

Fonte: Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

Através dos valores das perdas de nutrientes para o município, podemos calcular a sua equivalência em fertilizantes, com base nos dados do trabalho de Bellinazzi Jr *et al.* (1981), dividindo o valor da perda de nutrientes, expresso em toneladas, pelo seu equivalente em fertilizantes, desta forma, chegamos nos valores contidos na tabela 12.

**TABELA 12 – Equivalente em fertilizantes dos nutrientes perdidos no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.**

Anos/Fertilizantes	Sulfato de Amônia	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
<b>1995</b>	117,52567	3,56511	4,21304	60,65495
<b>1996</b>	133,05514	4,03620	4,76974	68,66970
<b>1997</b>	118,06084	3,58135	4,23222	60,93115
<b>1998</b>	120,77537	3,66369	4,32953	62,33211
<b>1999</b>	115,92248	3,51648	4,15557	59,82754
<b>2000</b>	109,99887	3,33679	3,94322	56,77037

Fonte: Cálculos com base nos dados da (CATI) e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

Calcula-se a primeira variável, que é a quantidade de nutriente total perdidos em equivalente-fertilizante (QTNPe-f), para estimar o valor monetário causado pela erosão do solo agrícola. A Segunda variável que é o preço dos fertilizantes (Pfert) foi obtida no Instituto

de Economia Agrícola (IEA), através de uma série de preços mensais para o insumo, compondo uma média anual simples em preços correntes, expresso no anexo C. Na tabela 13 e no anexo D, estão os valores em R\$ a preços correntes da erosão do solo no município em estudo, sem acrescentar o custo de aplicação dos fertilizantes e o valor da perda de retenção de água.

**TABELA 13 – Cálculo do valor da erosão no município de Santo Antônio do Jardim, através do método de reposição de nutrientes, a preços correntes em reais, para o período de 1995 a 2000.**

Anos	Sulfato de Amônia	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico	Total (R\$)
1995	24.395,39	532,34	1.084,10	914,68	<b>26.962,51</b>
1996	37.413,77	826,38	1.621,42	1.009,47	<b>40.871,02</b>
1997	35.577,63	792,06	1.482,91	968,30	<b>38.820,90</b>
1998	32.623,64	791,46	1.528,04	997,31	<b>35.940,45</b>
1999	37.948,00	1.097,77	2.142,87	959,73	<b>42.148,37</b>
2000	39.727,74	1.117,77	2.187,33	946,17	<b>43.979,01</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A terceira variável que é o custo de aplicação por unidade de peso de fertilizante<sup>18</sup> ( $C_{fert}$ ), foi obtida através da Casa da Agricultura do município de Santo Antônio do Jardim (CATI), sob a orientação do Engenheiro Agrônomo Amando Camilo Mangilli. O cálculo do custo de aplicação de fertilizantes foi baseado na principal cultura da região, o café, que responde por 68,20% do total da área cultivada no município no ano de 2000, com tendência de crescimento entre os agricultores da região, conforme constatado em pesquisa de campo, desenvolvida pela Casa de Agricultura do município. Assim, partiu-se do custo individual da aplicação de fertilizantes e calcário no cafezal, que seguiu o seguinte roteiro:

- i) Usa-se em média 750Kg/ha (0,75 t/ha) de fertilizantes ao ano;
- ii) Foram gastos 2.211,6 t de fertilizantes no ano de 1995 numa área de 2.948,80 ha de café ( $0,75 \times 2.948,80 = 2.211,6$  t/ano);
- iii) 1 homem aduba em média 3.000 pés de café por dia;

<sup>18</sup> Para o cálculo do custo de aplicação de fertilizante considera-se a soma do sulfato de amônia + superfosfato simples + cloreto de potássio, formando um único composto denominado de NPK, que poder ser formulado e manejado de acordo com orientações técnicas para determinado tipo de cultura e de solo, conforme orientações da CATI.

- iv)  $2.211,6 \text{ t/ano em } 3.817.793 \text{ pés de café no município} = 580 \text{ gramas/pé/ano};$
- v) No mínimo 3 adubações ao ano ( $580\text{g}/3 = 193,33\text{g/pés/vez}$ );
- vi)  $3.817.793/3.000 = 1.272,6 \text{ homens/dia};$
- vii)  $1.272,6 \times 3 \text{ adubações} = 3.817,8 \text{ homens/dia};$
- viii)  $3.817,8 \times \text{R}\$10,00 = \text{R}\$ 38.178,00 \text{ despesa no ano com aplicação de fertilizantes};$
- ix) O custo de aplicação de fertilizantes por hectare foi de  $\$12,95/\text{ha}$   
( $\text{R}\$38.178,00/2.948,80$ );
- x) A perda de fertilizantes pela erosão foi de 125,3 toneladas/ano em 1995;
- x) No ano de 1995, perde-se 5,75% de fertilizantes, representando uma perda da ordem de  $\text{R}\$ 0,73 \text{ por ha};$
- xiii) O custo de  $\text{R}\$0,73 \times 2.948,8 \text{ ha}/1995 = \text{R}\$2.152,6.$

A tabela completa para todo os anos do cálculo do custo de aplicação de fertilizantes se encontra no anexo E e F. Para o calcário, a forma de cálculo do custo de aplicação é distinta da utilizada para o fertilizante, como demonstrada nas etapas abaixo:

- i) Calcula-se que em torno de 50% dos produtores necessitem usar calcário, desta forma dividi-se a área utilizado para a cultura do café , no ano de 1995 ( $2.948,80/2 = 1.474,40 \text{ ha}$ );
- ii) Utiliza-se uma quantidade de 1,0 t/ha/ano em média;
- iii) No município, para o ano de 1995, usa-se  $1.474,40 \times 1,0 \text{ t/ano} = 1.474,40 \text{ t/ano de calcário};$
- iv)  $3.817.793 \text{ pés de café} / 2 = 1.908.896,5 \text{ pés};$
- v) Cada homem aduba 3.000 pés ( $1.908.896,5/3.000 = 636,3 \text{ homens/dia}$ );
- vi)  $636,3 \text{ homens/dia} \times \text{R}\$ 10,00 = \text{R}\$ 6.363,00 \text{ despesa no ano com a aplicação de calcário.}$
- vii)  $\text{R}\$ 6.363,00/1.474,40\text{ha} = \text{R}\$ 4,32 \text{ é o gasto com calcário por ha};$
- viii) A perda de calcário no ano de 1995 foi de 60,65 t, que representa 4,11% do total necessário de aplicação;
- ix) 4,11% representa em termos monetários uma perda de  $\text{R}\$ 0,18 \text{ por ha};$
- xi) O custo de  $\text{R}\$ 0,18 \times 1.474,40 \text{ ha} = \text{R}\$ 265,40.$

O cálculo do custo de aplicação do calcário para os outros anos da série estudadas se encontram no anexo E e F. Agrupando os valores encontrados para os fertilizantes e para o calcário, tem-se a terceira variável ( $C_{fert}$ ), conforme demonstrado na tabela 14.

**TABELA 14 – Custo de aplicação de fertilizantes e calcário dolomítico perdidos, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim, para o período de 1995 a 2000.**

Anos	Fertilizantes	Calcário dolomítico	Custo de aplicação
1995	2.152,60	265,40	<b>2.418,00</b>
1996	2.447,50	294,88	<b>2.742,38</b>
1997	2.174,90	268,13	<b>2.443,03</b>
1998	2.651,55	327,72	<b>2.979,27</b>
1999	2.562,17	312,82	<b>2.874,99</b>
2000	3.038,85	372,41	<b>3.411,26</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A quarta variável (QTAP) é referente a quantidade em  $m^3$  de água perdida no município, indicando o custo da perda de capacidade de retenção de água, uma vez que a erosão do solo agrícola, além de desagregar a estrutura física superficial do solo (horizonte A), também afeta algumas de suas características fundamentais, como a permeabilidade<sup>19</sup>, que é mais lenta e difícil nas camadas inferiores do terreno (horizonte) devido a maior concentração de argila, comprometendo a drenagem do solo, que prejudica o êxito das atividades agrícolas.

Um dos efeitos nocivos da degradação do solo é a perda da sua capacidade de reter e armazenar água. Quando não ocorre a infiltração da água da chuva no terreno e conforme o volume e a velocidade do escoamento, a água provoca o arrastamento de partículas de solo e de insumos nele aplicado, que passa a depositar os sedimentos nas partes mais baixas dos terrenos e muitas vezes nos lagos e reservatórios, que acabam por provocar mais um problema ambiental, o assoreamento dos cursos d'água, de acordo com os estudos de Corrêa (2002).

Geralmente o suprimento de água está diretamente relacionado com a quantidade de chuva da região, que é a responsável pelo abastecimento das águas da superfície e subterrânea. Assim, conforme enfatizou Bertoni *et al* (1999, p.34), “o volume de água disponível sempre estará na dependência da água da chuva que cai, porém a quantidade de água que escorre na superfície ou vai abastecer o lençol subterrâneo ou está relacionada com a camada superficial

<sup>19</sup> Segundo Bertoni *et al* (1999, p.44), “a permeabilidade é considerada umas das mais importantes propriedades físicas para o estabelecimento de práticas conservacionista”.

do solo”. Desta forma, pode-se constatar a importância da cobertura do solo através da vegetação ou práticas adequadas de cultivo para minimizar o impacto das gotas da chuva, contribuindo para a infiltração da água e evitando a formação de enxurradas.

Inicialmente, obteve-se junto a Casa da Agricultura do município, gerido pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) a quantidade de chuva, em milímetros, que caiu na região no período em estudo, conforme a tabela 15.

**TABELA 15 – Precipitação pluviométrica mensal no município de Santo Antônio do Jardim, em mm, no período de 1995 a 2000.**

<b>Mês/Ano</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Janeiro	294	256	440	181	354	305
Fevereiro	502	226	130	233	379	294
Março	197	272	156	365	158	230
Abril	52	113	50	112	45	74
Mai	49	55	74	94	33	61
Junho	26	42	217	5	54	69
Julho	30	0	40	0	0	14
Agosto	0	31	0	19	0	10
Setembro	0	202	97	36	85	84
Outubro	343	182	149	236	57	193
Novembro	149	206	199	64	86	141
Dezembro	259	353	240	346	264	291
<b>Total</b>	<b>1901</b>	<b>1938</b>	<b>1792</b>	<b>1691</b>	<b>1515</b>	<b>1766</b>

Fonte: Casa da Agricultura de Santo Antônio do Jardim (CATI).

Segundo Bertoni *et al.* (1999), é possível estimar o volume atual de enxurradas, conhecendo-se a porcentagem de chuva que escorre em cada tipo de exploração do solo (escoamento médio). Através da área cultivada (tabela 2) e dos valores pluviométricos (tabela 15), calculamos a quantidade de água em metros cúbicos que abasteceu a região, transformando a área que está em hectare em metros quadrados. Como exemplo, multiplica a área do milho em 1995 que está em hectare (872,50) por 10.000 m<sup>2</sup> – referente a 1 hectare - o resultado desse cálculo é multiplicado pela precipitação média anual em 1995 (1,901 m<sup>3</sup>). No anexo G está os cálculos para as áreas restantes. Em posse da quantidade de chuva no município em m<sup>3</sup>, calcula-se a quantidade perdida através da porcentagem de chuva (tabela 3) para cada tipo de cultura. Como exemplo tem-se que a quantidade de chuva que caiu no município, no ano de 1995, que foi de 16.586.225 m<sup>3</sup>, calculado anteriormente. Sabendo que a cultura de milho perde 5,2%, então efetuamos uma regra de três simples para achar a perda,

que é da ordem de 862.483,70 m<sup>3</sup>, o restante dos cálculos das culturas estão no anexo H. Assim chega-se na quantidade em metros cúbicos de água que são perdidos quando se manifesta a erosão, como demonstrado na tabela 16.

**TABELA 16 – Quantidade de água perdida, em m<sup>3</sup>, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000.**

<b>Anos</b>	<b><i>Perda de água em m3</i></b>
1995	2.610.552
1996	2.863.836
1997	2.480.503
1998	2.381.031
1999	2.076.990
2000	2.338.821

Fonte: Dados da pesquisa

O valor monetário cobrado pelo uso da água é um ponto que ainda está em franca discussão por diversos setores da sociedade, pois quase a totalidade das empresas e consumidores pagam pelo serviço de coleta, transporte e tratamento da água para as companhias de saneamento. A cobrança pelo uso da água está prevista na Constituição e na Lei 7663/91 e deverá se constituir em fator educativo para o uso racional e garantia de quantidade e qualidade adequadas para todos.

Para o valor cobrado realizá-se dois cenários distintos. O primeiro trata de um valor que já está vigorando na bacia do rio Paraíba do Sul, que é um rio federal que abrange três Estados (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro), compreende 180 municípios, com cerca de 8.500 indústrias instaladas e 17 mil hectares de agricultura irrigada. O preço público unitário para a irrigação foi estipulado em R\$ 0,0005 por metro cúbico. O segundo cenário é de um Projeto de Lei que está em tramitação na Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo para fixar um teto para a cobrança da água na agricultura, que está na ordem de R\$ 0,003. Desta forma, é ilustrativo criar dois cenários que refletem quanto que se perde por não preservar esse recurso natural, apresentado na tabela 17.

**TABELA 17 – Quantidade de água perdida, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000.**

Anos	Perda de água em m <sup>3</sup>	Cenário I	Cenário II
		Valor em reais para o m <sup>3</sup> (R\$0,0005)	Valor em reais para o m <sup>3</sup> (R\$0,003)
1995	2.610.552	1.305,28	7.831,66
1996	2.863.836	1.431,92	8.591,51
1997	2.480.503	1.240,25	7.441,51
1998	2.381.031	1.190,52	7.143,09
1999	2.076.990	1.038,50	6.230,97
2000	2.338.821	1.169,41	7.016,46

Fonte: Dados da pesquisa

Depois de definida todas as variáveis: os valores da quantidade total de nutrientes perdidos em equivalentes de fertilizantes (QTNPe-f), o custo de aplicação de fertilizantes, a perda de água e o preço dos fertilizantes, consegue-se calcular o valor monetário da erosão do solo agrícola para o município de Santo Antônio do Jardim, no Estado de São Paulo, como mostra a tabela 18 e 19. Utilizá-se dois cenários em função de buscar um ajuste para o preço da água cobrado para a irrigação. É importante enfatizar que os recursos naturais não podem ser considerados e analisados de forma isolada, apesar de terem vertentes de análises diferenciadas, interagem-se na tentativa de buscar uma compreensão mais aprimorada do ambiente. Assim, o trabalho procura abordar a complementaridade solo-água na formação da erosão, bem como os seus efeitos econômicos na tentativa de valorar o que foi perdido.

Na agricultura conservacionista é importante destacar que o emprego de medidas que visam a preservar os solos é sempre mais econômico que o uso posterior de práticas de restauração ou recuperação, como ressalta Corrêa (2002).

**TABELA 18 – Perdas econômicas dos danos ambientais causados pela erosão do solo, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000, no cenário I.**

Anos	Custos de reposição de nutrientes	Custo de aplicação de nutrientes	Valor da perda de água (R\$0,0005)	Total
<b>1995</b>	26.926,51	2.477,00	1.305,28	<b>30.708,79</b>
<b>1996</b>	40.871,02	2.742,38	1.431,92	<b>45.045,32</b>
<b>1997</b>	38.820,90	2.443,03	1.240,25	<b>42.504,18</b>
<b>1998</b>	35.940,45	2.979,27	1.190,52	<b>40.110,24</b>
<b>1999</b>	42.148,37	2.874,99	1.038,50	<b>46.061,86</b>
<b>2000</b>	43.979,01	3.411,26	1.169,41	<b>48.559,68</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 19 – Perda econômica dos danos ambientais causados pela erosão do solo, a preços correntes em reais, no município de Santo Antônio do Jardim para o período de 1995 a 2000, no cenário II.**

<b>Anos</b>	<b>Custos de reposição de nutrientes</b>	<b>Custo de aplicação de nutrientes</b>	<b>Valor da perda de água (R\$0,003)</b>	<b>Total</b>
<b>1995</b>	26.926,51	2.477,00	7.831,66	<b>37.235,17</b>
<b>1996</b>	40.871,02	2.742,38	8.591,51	<b>52.204,91</b>
<b>1997</b>	38.820,90	2.443,03	7.441,51	<b>48.705,44</b>
<b>1998</b>	35.940,45	2.979,27	7.143,09	<b>46.062,82</b>
<b>1999</b>	42.148,37	2.874,99	6.230,97	<b>51.254,34</b>
<b>2000</b>	43.979,01	3.411,26	7.016,46	<b>54.406,74</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

O produtor tem um gasto adicional para manter a fertilidade do solo de R\$ 46,94/há calculado para o ano 2000 no cenário I e R\$ 52,59/ha/ano no cenário II para as culturas anuais. Já na cultura de café, que representa 68,20% do total da área cultivada no município, apresenta um custo adicional de R\$ 16,07/há para o ano de 2000 no cenário I e R\$ 18,26/ha/ano para o cenário II. Em termos de renda, a degradação no período representa uma perda de 2,16% (cenário I) e 2,47% (cenário II) do total da receita da produção de café, que é o principal produto na composição do Produto Interno Bruto Agrícola do município, ressaltando que são valores subestimados por não contemplarem todos os outros produtos que também fazem parte da produção total. Em comparação com o trabalho desenvolvido por Bastos Filho (1995), que computou a parcela do dano ambiental no PIB agropecuário do Estado de São Paulo, tem-se que a depreciação do recurso solo variou de 2,03% a 5,23%, em relação ao produto bruto gerado pelo setor agropecuário ao longo de doze anos. Assim pode-se inferir que os resultados do trabalho estão compatíveis com pesquisas desenvolvidas na mesma linha. Em comparação com trabalhos de localidades no exterior, temos o de Solórzano *et al.*(1991), que encontrou valores da degradação do solo que representavam uma variação de 6,5% a 13,3% do PIB ao longo do período estudado de quinze anos. É relevante assinalar que nesses estudos, tanto a eficiência da aplicação dos fertilizantes assim como a quantidade tolerável pelos solos foram considerados. No trabalho de Magrath & Arens (1989) a determinação dos custos da degradação do solo na Ilha de Java, representou 5% do PIB total. Já o valor da degradação determinado por Bishop & Allen (1989) nas propriedades agrícolas de Mali (on- site costs) demonstrou um valor médio anual perdido que corresponde de 4% a 16% do PIB agrícola.

Para a área total do município com atividade agrícola (7.199,28 ha) tem-se um gasto para manter os níveis de produtividade na ordem de R\$ 7,58 por hectare para o ano de 2000 no

cenário I e de R\$ 6,75 por hectare para o cenário II. Essas estimativas médias da depreciação do recurso solo pelo seu uso, sinaliza quanto o produtor deveria adicionar de fertilizantes em suas culturas para compensar a perda de nutrientes e o gasto com a água, sem contabilizar o gasto com a estrutura da montagem do mecanismo de irrigação. Desta forma haveria uma incorporação desses valores nas planilhas de custo de produção das culturas no município para a manutenção do estoque de capital natural e produzido, como observado por Bastos Filho (1995).

É importante salientar que mesmo que os valores do dano não são alto em termos monetários, o impacto destes no fluxo de renda do município é significativo, uma vez que a região é constituída na sua maioria de produtores familiares. Levantando a questão de que o patrimônio destes produtores, a terra, está sujeita a perdas de valores de mercado quando o dano assume características agravantes.

Seguindo na linha comparativa com outros trabalhos que também mensuraram a degradação do solo através do custo de reposição de nutrientes, tem-se o de Bastos Filho (1995). Para calcular o valor monetário do dano por hectare, foi utilizado a quantidade em hectare gasto com a atividade agropecuária do Estado de São Paulo em relação ao total da perda causado pela erosão para o Estado, chegando no valor de R\$ 7,99. É importante salientar que o valor encontrado por Bastos Filho (1995) estava em dólares, e foi feita a conversão para valores em reais (R\$) da época<sup>20</sup>. Em comparação com outros trabalhos é verificado uma proximidade de valores, como o desenvolvido por Marques & Pereira (2002) para a Bacia do Jaguari, que encontrou os valores de R\$ 7,56 por hectare e para a Bacia do rio Sapucaí, dos mesmos autores, tendo os valores na casa de R\$ 8,26 por hectare para a manutenção da produtividade.

A taxa de urbanização do município é de 53,20%, isso indica que quase a metade dos habitantes do município moram e trabalham na zona rural, necessitando das atividades agrícolas para seu rendimento. Aliado a isso, 76,20% das propriedades tem menos de 20 hectares, denotando uma agricultura familiar. Havendo a necessidade de uma ação conjunta entre os produtores e governantes e entre os próprios produtores para diluírem os custos de recuperação das áreas degradadas e conservar as áreas que ainda não sofreram o processo erosivo.

---

<sup>20</sup> Para essa conversão usou-se a taxa de R\$ 0,92 por US\$ 1,00, retirado da Revista Conjuntura Econômica da FGV de maio de 2006.

Conhecendo as causas da erosão pode-se controlá-las, e as técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo denominam-se práticas conservacionistas, que podem ser divididas em vegetativas, edáficas e mecânicas, segundo se utilize a própria vegetação, se trate de modificações do sistema de cultivo ou se recorra a estruturas artificiais construídas mediante a remoção ou disposição adequada de porções de terra (Bertoni & Lombardi Neto 1990).

Além disso, há de se considerar que as conseqüências da degradação do solo são, em muitos aspectos, desconhecidas, às vezes indiretas ou difusas, perceptíveis somente em longos períodos de tempo Motta (1998).

## 5. CONCLUSÃO

Mesmo diante das dificuldades e limitações, cresce cada vez mais a preocupação em torno dos problemas ambientais, que se expressam em nível global. Assim, a preservação dos recursos naturais diz respeito à continuidade da vida, sendo necessário repensar a racionalidade econômica para garantir o progresso e o bem-estar humano. Uma maneira de alterar esse comportamento é a tentativa, mesmo que isolada, de avaliar economicamente o meio ambiente, e apresentando sua magnitude frente aos indicadores macroeconômicos.

Este trabalho buscou fazer uma valoração econômica através de um levantamento dos custos de reposição de nutrientes com relação à degradação do solo, visto que muitas variáveis são desconhecidas ou de difícil mensuração, apresentando valores que são subestimados. Mas de grande auxílio para demonstrar a direção que se caminha e nortear o desenho de políticas de recuperação e conservação deste recurso essencial para a sobrevivência da humanidade, o solo.

A obtenção da estimativa monetária da degradação do solo pela erosão através deste método é um valor *Proxy* que tem uma representatividade razoável para auxiliar mecanismos de políticas de controle e recuperação do solo, diante da escassez de informações mais precisas para formular outras abordagens de avaliação. Pode-se observar na literatura a crescente utilização deste método como fonte de valoração.

Na expectativa de complementar o método, procurou calcular o custo da perda de capacidade de retenção de água, pois um dos efeitos nocivos da degradação do solo é a perda da sua capacidade de armazenar e reter água.

É importante destacar algumas considerações sobre este método: Como se utiliza bens de mercado para valorar um recurso ambiental, as oscilações nos preços desses bens pode provocar uma ilusão de queda no processo de degradação ambiental; juntamente com o arrastamento dos nutrientes, o material orgânico é levado com as partículas físicas do solo, comprometendo a riqueza natural da biota do solo, mas que são de difícil mensuração; trabalha com o pressuposto de que todo nutriente perdido deva ser repostado, quando na verdade uma parte dos macronutrientes são repostos, mas como o solo apresenta uma capacidade regenerativa natural, há perdas que não afetam a produtividade das plantas; considera-se a eficiência da reposição dos nutrientes pelos equivalentes em fertilizantes, mesmo admitindo

que esses apresentam impurezas; considerando que o solo apresenta um limite natural, e que quando próximo a esse limite não adianta repor os nutrientes que será inócuo para a recuperação da fertilidade mínima, quando isso ocorre, a valoração é subjetiva, recaindo no valor de existência. Na questão do cálculo da perda de retenção de água, não foi considerado o custo que o produtor agrícola tem que arcar com a montagem e o funcionamento da estrutura de irrigação.

Diante do exposto acima, o método de reposição de nutrientes, acrescido da perda de água, representa os gastos auferidos pelo produtor para manter o nível desejado de produção. Assim, este método contempla uma parte do componente do valor total do meio ambiente, que é expresso pelo valor de uso e sua complementação ocorrerá através dos valores de opção e de existência do recurso natural, conseguidos por métodos diretos de valoração.

A análise da valoração foi realizada para o município de Santo Antônio do Jardim no Estado de São Paulo, porque os custos da erosão são significativos do ponto de vista econômico para os produtores da região, uma vez que 76,20% das propriedades agrícolas apresentam tamanhos inferiores a 20 hectares. E em segundo lugar porque já havia um estudo referente à perda física do solo, complementado-o com uma análise econômica da problemática da erosão do solo agrícola.

Desta forma a erosão do solo é um problema que engloba uma ação conjunta por parte de diversos atores, num mecanismo conhecido como racionalidade contínua, para que nos processos de tomada de decisões sejam incorporados às condições de irreversibilidade e complexidade, desenvolvendo práticas que aliem esses procedimentos com a certeza de que a não atuação nesse sentido causará danos econômico-ambientais sérios num futuro não muito longe.

É neste contexto que os modelos de desenvolvimento devem ser formulados e não na busca do lucro em nível privado, que não levaram em conta a degradação ambiental e a concentração de renda. A sustentabilidade será alcançada quando houver modificação nas esferas públicas e particulares, agregando os ideais globais e a longo prazo.

Também é importante considerar a atuação conjunta dos órgãos de assistência técnica, governos em todas as suas instâncias, órgãos de pesquisa e a comunidade. Atuando através da educação ambiental como forma de conscientização sobre a importância do programa de conservação. O Poder Público deve promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização popular para a preservação do meio ambiente, sendo um vetor para

garantir a sobrevivência da população humana, face ao seu contínuo crescimento da demanda por recursos naturais.

Aliado a esse programa existem alguns subprogramas integrantes, que auxiliam o atendimento ao produtor rural nas suas necessidades sociais: desenvolvimento humano e infraestrutura social. E o outro está centrado nos aspectos técnico-produtivos, especificamente no controle do processo erosivo e da poluição das águas.

Um instrumento econômico que ajudaria a traçar uma linha de possibilidade de sucesso do programa seria o subsídio, que auxiliaria os produtores na compra de equipamentos e incentivos para a criação de cooperativas, desta forma, unindo forças para vencer este problema que se expandiu não somente por forças naturais, mas pela ação desenfreada do homem na busca do lucro fácil.

Indo um pouco mais longe é interessante ressaltar a idéia da equipe da EMBRAPA SOLOS, que propõe a criação de uma Agência Nacional de Solos Rurais, tendo o objetivo de intensificar, através de Estações Experimentais em todas as regiões do país, as pesquisas, aumentar os programas de assistência técnica aos produtores, prestar apoio aos projetos de recuperação de áreas degradadas, fiscalizar e punir as atividades agrícolas que agredem os recursos naturais. Essa agência funcionaria em colaboração com o Ministério da Agricultura e do Meio Ambiente.

Ainda é relevante considerarmos as atuações dos conservacionistas, que tem sugerido a criação de uma Instituição, com o objetivo de realizar o Programa Nacional de Conservação do Solo e Água, pois devido às proporções da degradação dos solos, não é mais possível postergar a criação de uma entidade específica para programar o uso dos solos rurais, como enfatizado por Corrêa (2002).

Desta maneira podemos observar que existem caminhos para que soluções sejam estudadas, elaboradas e implantadas no nosso país, de forma viável, na busca de contornar a herança predatória que ainda impera na mentalidade dos agricultores. Para isso é necessário a intensificação da educação ambiental em todos os níveis de ensino ou mesmo realizando cursos e palestras especiais para diversas classes de profissionais, como operários, comerciantes e outros, na busca da sustentabilidade.

Conforme observado em Bastos Filho (1995), o maior problema encontrado no estudo da mensuração dos recursos ambientais é a falta de dados estatísticos para o seu desenvolvimento. Mas isso não significa que os estudos sejam interrompidos. É mais um fator

para que estes tipos de trabalhos sejam estimulados com o intuito de sempre procurar seu aprimoramento. Para uma melhor consistência dos estudos é necessária e primordial a existência de vontade política, assim como da ligação estabelecida entre governo, cientistas, economistas, planejadores, estatísticos, dentre outros, sendo esta integração fundamental para o êxito dos estudos sobre o meio ambiente. Outro ponto importante é o incentivo a pesquisa e extensão rural e a educação ambiental que desempenham papéis importantes para o sucesso de projetos posteriores.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ABLAS, L. Contabilidade econômica do meio ambiente: proposta metodológica para aplicação ao Estado de São Paulo. In: NORZOE, N. *Contabilização econômica do meio ambiente: elementos metodológicos e ensaio de aplicação no Estado de São Paulo*. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo, 1992. (Série Seminários e debates).
- ABRAMOVITZ, M. *Thinking about Growth*. Cambridge University Press, 1989.
- ADGER, W.N. & GROHS, F. *Aggregate estimate of environmental degradation for Zimbabwe does sustainable national income ensure sustainability?* Revista Ecological Economics, 1994.
- AHMAD, Y. J. EL SERAFY, S. LUTZ, E. (organizadores). *Environmental accounting for sustainable development: selected papers from joint*. UNEP/World Bank, workshops, 1989.
- ALMEIDA, L.T. (1998). *Política Ambiental: uma análise econômica*. Editora da UNESP-Papirus. Campinas-SP.
- ALTVATER, E. *O preço da riqueza*. Editora da UNESP, 1992.
- AMBRÓSIO, Luís Alberto. *Planejamento do uso sustentável do solo em microbacias hidrográficas: uma abordagem de programação por metas*. 130p., 1997. ESALQ- USP. (Doutorado).
- BASTOS FILHO, G. S. *Contabilizando a erosão do solo: um ajuste ambiental para o produto bruto agropecuário paulista*. Piracicaba, 1995. 127p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.
- BELLIA, V. *Introdução à Economia do Meio Ambiente*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996. 262p.
- BELLINAZZI JR, R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETTO, F. *A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo*. In: Simpósio sobre o controle da erosão, n.2, São Paulo, 1981. Anais: ABGE, 1981.
- BENAKOUCHE, R. & CRUZ, R. S. *Avaliação Monetária do Meio Ambiente*. Ed. Makron Books, 1994.

- BENNETT, H. H. *Soil conservation*. Mc Graw Hill. 1939.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.
- BISHOP, J.; ALLEN, J. *The on-site costs of soil erosion in Mali*. Washington: The World Bank, 1989. (Environmental Working, Paper n. 21)
- BOJÖ, J. *The cost of land degradation in Sub-Saharan África*. *Ecological economics*, v.16, nº 2, february 1996.
- CAMPOS, E. M. G.; ANDRADE, M. H.; OLIVEIRA, A. M. *Ganhos econômicos na recuperação de uma voçoroca na Fazenda Palestina, município de Resende Costa, Campos das Vertentes (MG)*. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural – SOBER, p. 154, 1999. artigo completo em cd-room do congresso.
- CAMPOS, E. M. G., OLIVEIRA, A.M. DE, 2000, Economic valuation of soil erosion: methodology and case study for district of Lagoa Dourada – Minas Gerais. In: X World Congress of Rural Sociology/XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, p.399, Rio de Janeiro, IRSA/SOBER.
- CAMPOS, E. M. G.; TOSTO, S. G.; NEVES, C. *O problema da erosão do solo em Lagoa Dourada sob a ótica do produtor agrícola*. *Vertentes: FUNREI*, v.11, jan./jun./98, p. 93-99, 1998.
- CAMPOS, E. M. G. *Valoração econômica da erosão do solo: metodologia e estudo de caso para o município de Lagoa Dourada / MG*. COPPE / UFRJ,2000. (Tese de Doutorado).
- CANUTO, J. C. Desenvolvimento e agricultura sustentáveis: motivações políticas, consenso e dissenso. In: CAMPOS, E. M. G. *Valoração econômica da erosão do solo: metodologia e estudo de caso para o município de Lagoa Dourada / MG*. COPPE / UFRJ,2000. (Tese de Doutorado).
- CAVALCANTI, C. Breve introdução à economia da sustentabilidade. In: CAVALCANTI, C. (org.). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995 a.
- CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da Economia: paradigma alternativos de realização econômica. In: CAVALCANTI, C. (org.). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995 b.
- CAVALCANTI, C. (organizador) *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo: Ed: Cortez: Recife-PE, Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

- CLEMENTE, A. *Economia regional e Urbana*. Ed. Atlas. São Paulo, 1994.
- CONTADOR, C. R. *Projetos sociais: avaliação e prática*. 3 ed. São Paulo, Atlas, 1997.
- CORRÊA, Altir A. M. *A contínua degradação dos solos agrícolas e os compromettimentos futuros*. Artigo da coluna – Alerta à Conservação do solo- 2002.
- \_\_\_\_\_ *Solos, áreas degradadas e desertificação*. Artigo da coluna – Alerta à Conservação do solo- ago/2002.
- \_\_\_\_\_ *A responsabilidade dos governantes e da sociedade na preservação dos recurso naturais*. Artigo da coluna – Alerta à Conservação do solo- 2002.
- COSTANZA, R. Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: MAY, P. H. & MOTTA, R. S. (orgs.), *Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável, capítulo 7, Rio de Janeiro, Campus*.
- CUNHA, A. S.; MUELLER, C. C.; ALVES, E. R. A.; SILVA, J. E. da. *Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados*. In: IPEA. Estudos de política agrícola. Brasília: IPEA, 1993. (Sumários Executivos, 2).
- DOVERS, S. R. *A framework for scaling and framing policy problems in sustainability*. Ecological Economics, n.12, 1995. In: *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol. 38, n. 3, jul/set 2000. Brasília, 2000.
- DREGNE, H. E. Historical perspective of accelerated erosion and effect on world civilization. In: SCHMIDT, B. L.; ALLMARAS, R. R.; MANNERING, J. V.; PAPENDICK, R. I., ed *Determinants of soil loss tolerance*. Madison: ASA/SSSA, 1982.
- EL SERAFY, S. & LUTZ, E. Environmental and resource accounting: na overviem. In: AHMAD, Y. J. ; EL SERAFY, S. ; LUTZ, E., ed. *Environmental accounting for sustainable development*. 3ª ed. Washington: The World Bank, 1992.
- FLEISCHFRESSER, V. Manejo das águas, conservação do solo e controle da poluição em microbacias hidrográficas: análise da experiência paranaense. In: ROMEIRO, A R., REYDON, B. P., LEONARDI, M. L. A (org.). *Economia do meio ambiente*. Campinas: UNICAMP: IE, 1996.
- FONSECA, E. G. da. Meio ambiente e contas nacionais: a experiência internacional. In: NORZOE, N. *Contabilização econômica do meio ambiente: elementos metodológicos e ensaio de aplicação no Estado de São Paulo*. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo, 1992. (Série Seminários e debates).
- FREIRE, O. Uso agrícola do solo: impactos ambientais. In: TORNISIELO, S. M. T. (organizador) *Análise Ambiental: estratégia e ações* . Fundação Salim Farah Maluf. Rio Claro, SP. Centro de Estudos Ambientais (CEA) – UNESP, 1995.

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário, coordenação do Censo Agropecuário, 1970. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.
- FUNTOWICZ, S. O. et al. Emergent complexity and Procedural Rationality: Post-Normal Science for Sustainability. In: *Getting Down to Earth, edited by Costanza, R. et al.*, ISEE/Island Press, 1992.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. *Revista Ecological Economics*, v.22, n.3, setembro de 1997. In: ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade? Texto para Discussão (TD). IE/ UNICAMP, n° 102, setembro de 2001.
- GONÇALVES, R. *Meio ambiente e a economia política do comércio internacional*. Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política. Ano 2, 1998, rio Janeiro: Ed. Sette Letras, n.3, dezembro de 1998, (artigo).
- HALL, G. F.; DANIELS, R. B. FOSS, J. E. Rate of soil formation and renewal in the USA. In: SCHMIDT, B. L.; ALLMARAS, R. R.; MANNERING, J. V.; PAPENDICK, R. I., ed *Determinants of soil loss tolerance*. Madison: ASA/SSSA, 1982.
- HERTZLER, G.; IBÁÑEZ-MEIER, C. A.; JOLLY, R. W. *User coast of soil erosion and their effect on agricultural land prices: coast variables and capitalizad hamiltonians*. American Journal of Agricultural Economics, v. 67, n.5, dec. 1985.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (São Paulo, SP). Economia agrícola paulista: características e potencialidades. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 21, p. 1-201, 1991. Suplemento.
- KER, J. C. ; COSTA, L. M.; SILVA, A. B.; OLIVEIRA, C. V. Classificação e manejo de solos em áreas irrigadas. ABEAS, Brasília, 1997. 136p.
- LAGROTTI, Carlos Alberto Arantes. *Planejamento ambiental do município de Santo Antônio do Jardim – SP: Estudo de caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Jardim*. Tese de doutorado, UNICAMP-FEAGRI, 124 pag., 2000.
- LAL, R. *Soil erosion impact on agronomia productivily and environment quality*. Critical Reviews in Plant Sciences, Department of Plant Soil Science, University of Tennessee, vol. 17, Issue 4, p. 319-464, 1998.
- LOPÉZ, Ariel abderraman Ortiz. *Análise dos custos privados e sociais da erosão do solo: o caso da bacia do rio Corumbatai*. 106 p., 1998. ESALQ, USP. (Doutorado).
- LOYOLA G., Roger (1997). *A economia ambiental e a economia ecológica: uma discussão teórica*. II Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. São Paulo, 06 a 08 de novembro de 1997.

- LUTZ, E. & MUNASINGHE, M. *Contabilizando o meio ambiente*. Finanças e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v.11, n°1, março 1991.
- MAGRATH, W.; ARENS, P. The costs of soil erosion on Java: a natural resource accounting approach. Washington: The World Bank. Sector Policy and Research Staff, 1989. (Environment Working paper, n.1850)
- MARQUES, J. F. *Efeitos da erosão do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental*. São Paulo, 1995. 322p. Tese (doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo.
- MARQUES, J. F. & PEREIRA, L. C. *Valoração econômica dos efeitos da erosão nas Bacias Hidrográficas do Atibaia e Jaguari*. Trabalho desenvolvido no âmbito da FAPESP 2002/206685-0. Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo: Bases para um Desenvolvimento Sustentável.
- \_\_\_\_\_. *Valoração econômica como subsídio à Gestão agroambiental de Bacias Hidrográficas: Estudo de Caso no Estado de São Paulo*. Trabalho desenvolvido no âmbito da FAPESP 2002/206685-0. Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo: Bases para um Desenvolvimento Sustentável.
- MAY, P. H. *Economia Ecológica: aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- MAY, P. H. & MOTTA, R. S. (orgs.) *Valorando a Natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Ed. Campus. Rio de Janeiro, 1994.
- \_\_\_\_\_. *Economia Ecológica: aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- MENK, Paulo C. M. *Avaliação econômica do controle da erosão na microbacia do Ribeirão Iperó, em Araçoiaba da Serra*. ESALQ,USP. 1993. (Mestrado).
- MERICO, L. F. K. Introdução à economia ecológica. In: SANTOS, J. T. *O meio ambiente como fator para o desenvolvimento sustentável*. FUNREI, 1998. Monografia de final de curso.
- MILLER, R. L. *Microeconomia*, McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1981.
- MICHELLON, Ednaldo. *Políticas públicas, mercado de terras e o meio ambiente: uma análise a partir do Paraná*. Tese de Mestrado do Instituto de Economia da UNICAMP, 2002.
- MOLDAU, J. H. *Os agregados macroeconômicos em São Paulo*. In: NORZOE, N. ; coordenador, *contabilização econômica do meio ambiente: elementos metodológicos e*

- ensaio de aplicação no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1992. (Séries seminários e debates).
- MORAIS, M. P. *Economia Ambiental: uma aplicação ao caso do desmatamento na Amazônia*. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia Industrial, UFRJ, 1995.
- MOTTA, R. S. Análise de custos: benefício do meio ambiente. In: SANTOS, J. T. *O meio ambiente como fator para o desenvolvimento sustentável*. FUNREI, 1998. Monografia de final de curso.
- \_\_\_\_\_. (Coordenador). *Contabilidade Ambiental: teoria, metodologia e estudos de casos no Brasil*: Rio de Janeiro, IPEA, 1995. VI, 126p.
- \_\_\_\_\_. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Uma Proposta Metodológica para Estimativas de Contas Ambientais no Brasil*. Rio de Janeiro. IPEA, 1991.
- MUELLER, C. C. *A dimensão ambiental no sistema de contas nacionais*. Rio de Janeiro: FIBGE, 1991. (Textos para discussão, n. 47).
- NOGUEIRA, J. M. & MEDEIROS, M. A. A. *Por que gastar dinheiro antes da poluição hídrica*, 1998. Mimeo.
- NORGAARD, R. B. *Linkages between environmental and national income accounts*. In: AHMAD, Y. J. ; EL SERAFY, S. ; LUTZ, E., ed. *Environmental accounting for sustainable development*. 3ªed. Washington: The World Bank, 1992.
- NORTH, D. C. *Institutions, Institutional Change, and Economic performance*. Political Economy of Institutions and Decisions. Cambridge University Press, (1991).
- NORZOE, N. *Contabilização econômica do meio ambiente: elementos metodológicos e ensaio de aplicação no Estado de São Paulo*. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo, 1992. (Série Seminários e debates).
- OLDEMAN, L. R. *An international methodology for an assessment of soil degradation and georeferenced soils and terrain database*. Paper prepared for the Third Expert

Consultation of the Asian Network of Problem Soils, Bangkok, 25-29 October, 1993. International Soil Reference and Information Centre.

OLIVEIRA, J. B. MENK, J.R.F.; BARBIERI, J.L.; ROTTA, C.L. TROMOCOLDI, W. *Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Araras*. Instituto Agrônomo de Campinas- IAC, 1982.

OLIVEIRA, J. B. *Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo: Quadrícula de Moji-Mirim*. São Paulo, Instituto Agrônomo de Campinas- IAC, Mapa E: 1:100.000, 1992.

OLIVEIRA, J. B. *Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico*. Instituto Agrônomo de Campinas- IAC, Bol. Téc. n° 45, 1999.

OLSON, K. R.; LAL, R.; NORTON, L. D. *Evaluation of methods to study soil erosion-productivity relationships*. Journal of Soil and Water Conservation. 49 (6), p. 586-590, 1994.

PEARCE, D. & TURNER, R. K. *Economics of natural resources and the environment*. Harvester Wheatsheay, 1990.

PIGOU, A. C. *The economics of welfare*. 4 ed. London: MacMillan, 1950.

PIMENTEL, D. PIMENTEL, M. Comment: adverse environmental consequences of the green revolution. In: DAVIS, K.;BERNSTAM, M. S., ed. *Resources, environment, and population: present Knowledge, future options*. Oxford: Oxford University Press, 1991. (Population development review, v16 –supplement).

PINDYCH, R. S. & RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*, Makron Books, São Paulo, 1994.

PRIMAVESI, Ana. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 1997.

RANDALL, A. Resource economics: an economic approach to natural resource and environmental policy. In: BASTOS FILHO, G. S. *Contabilizando a erosão do solo: um ajuste ambiental para o produto bruto agropecuário paulista*. Piracicaba, 1995. 127p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.

REPETTO, R. *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts* World Resources Institute. A Center for Policy Research, june, 1989.

- ROMEIRO, A.R.; REYDON, B. P. ; LEONARDI, M. L. A .(2001). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e espaços regionais*. IE/UNICAMP- EMBRAPA. Campinas-SP .
- ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade? Texto para Discussão (TD). IE/ UNICAMP, n° 102, setembro de 2001.
- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: escala 1:500.000*. IFCH-USP, São Paulo, 2 vol. Mapas, 1997.
- RUSSO JR., M. *Dados climáticos auxiliares para planejamento e projeto de sistemas de irrigação*. CESP (mapas), São Paulo, 1980.
- SACHS, I. *Estratégias de transição para o século XX*. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.  
In: ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade? Texto para Discussão (TD). IE/ UNICAMP, n° 102, setembro de 2001.
- SANTOS, J. T. *O meio ambiente como fator para o desenvolvimento sustentável*. FUNREI, 1998. Monografia de final de curso.
- SCHERTZ, D. L. *The basis for soil loss tolerances*. Journal of Soil and Water conservation, v.38, n.1, p.10-4, Jan/Feb. 1983.
- SIMON, J. (Ed.). *The State of Humanity*. Blackwell, Oxford/UK and Cambridge/USA, 199.
- SOLÓRZANO, R. et al. *Accounts overdue: natural resource depreciation in Costa Rica*. Washington: World Resource Institute, 1991.
- SORRENSON, W. J.; MONTOYA, L.J. *Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná*. Londrina: IAPAR, 1989. (IAPAR, Boletim Técnico, 21).
- STERN, DAVID I. (1997). *Limits to substitution and irreversibility in production and consumption: A neoclassical interpretation of ecological economics*.
- STAHEL, A. W. Capitalismo e Entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. In: CAVALCANTI, C. (org.). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- TOLEDO, Paulo E. N. de. *Impacto ambiental e análise econômica de medidas mitigadoras: o caso da microbacia hidrográfica do córrego São Joaquim, Pirassununga*. 142 p. 1997, ESALQ-USP. (Doutorado.)
- TORNISIELO, S. M. T. (organizador) *Análise Ambiental: estratégia e ações* . Fundação Salim Farah Maluf. Rio Claro, SP. Centro de Estudos Ambientais (CEA) – UNESP, 1995.

VAN TONGEREN, J. SCHWEINFEST, S. LUTZ, E. LUNA, M.G. MARTIN, F.G.  
*Integrated environmental and economics accounting: a case study for Mexico.*  
Washington: The World Bank. Sector Policy and Research Staff, 1991. (Environmental Working paper, n. 50)

WHITE, L. The historical roots of our ecological crises. In: ROMEIRO, A.R. *Economia ou economia política da sustentabilidade?* Texto para Discussão (TD). IE/ UNICAMP, n° 102, setembro de 2001.

## ANEXOS

## ANEXO A

TABELA A.1 – Cálculo da evolução das perdas de solo, em t/ha, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de Cultura</b>	<b>Perdas médias</b>	<b>1995 (t)</b>	<b>Perdas em</b>	<b>1996 (t)</b>	<b>Perdas em</b>	<b>1997 (t)</b>
<b>Anuais</b>	<b>(t/ha/ano)</b>		<b>t/ha/1995</b>		<b>t/ha/1996</b>	
Milho	12,000	872,50	10.470,00	895,00	10.740,00	928,00
Feijão	38,100	66,60	2.537,46	108,00	4.114,80	100,00
Arroz	25,100	54,40	1.365,44	57,00	1.430,70	70,00
Batata	18,400	29,40	540,96	29,40	540,96	29,40
<b>Total</b>		1.022,90		1.089,40		1.127,40
<b>Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	12,400	477,00	5.914,80	582,00	7.216,80	296,00
<b>Permanentes</b>						
Café (ha)	0,900	2.948,80	2.653,92	2.948,80	2.653,92	2.979,27
Laranja (ha)	0,900	20,70	18,63	22,14	19,93	22,14
Banana	0,900	13,30	11,97	7,00	6,30	9,00
<b>Total</b>		2.982,80		2.977,94		3.010,41
<b>Pastagens</b>	0,400	1.891,00	756,40	1.891,00	756,40	1.891,00
<b>Mata natural</b>	0,004	683,00	2,73	683,00	2,73	683,00
<b>Reflorestamento</b>	0,040	560,00	22,40	560,00	22,40	562,00

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

(Continuação da TABELA A.1)

<b>Perdas em t/ha/1997</b>	<b>1998 (t)</b>	<b>Perdas em t/ha/1998</b>	<b>1999 (t)</b>	<b>Perdas em t/ha/1999</b>	<b>2000 (t)</b>	<b>Perdas em t/ha/2000</b>
11.136,00	950,00	11.400,00	940,00	11.280,00	870,00	10.440,00
3.810,00	100,00	3.810,00	90,00	3.429,00	75,00	2.857,50
1.757,00	80,00	2.008,00	60,00	1.506,00	60,00	1.506,00
540,96	29,40	540,96	29,40	540,96	29,40	540,96
	1.159,40		1.119,40		1.034,40	
3.670,40	299,00	3.707,60	299,00	3.707,60	314,00	3.893,60
2.681,34	2.979,27	2.681,34	2.979,27	2.681,34	2.979,27	2.681,34
19,93	31,61	28,45	31,61	28,45	31,61	28,45
8,10	10,00	9,00	9,00	8,10	10,00	9,00
	3.020,88		3.019,88		3.020,88	
756,40	1.891,00	756,40	1.891,00	756,40	1.891,00	756,40
2,73	683,00	2,73	683,00	2,73	683,00	2,73
22,48	550,00	22,00	568,00	22,72	570,00	22,80

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

## ANEXO B

TABELA B.1 – Cálculo da quantidade de nitrogênio (N) perdido em função das perdas físicas de solo pela erosão no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de Cultura</b>	<b>1995</b>	<b>N</b>	<b>1996</b>	<b>N</b>	<b>1997</b>	<b>N</b>
<b>Anuais</b>						
Milho	10.470,00	10,12973	10.740,00	10,39095	11.136,00	10,77408
Feijão	2.537,46	2,45499	4.114,80	3,98107	3.810,00	3,68618
Arroz	1.365,44	1,32106	1.430,70	1,38420	1.757,00	1,69990
Batata	540,96	0,52338	540,96	0,52338	540,96	0,52338
<b>Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5.914,80	5,72257	7.216,80	6,98225	3.670,40	3,55111
<b>Permanentes</b>						
Café	2.653,92	2,56767	2.653,92	2,56767	2.681,34	2,59420
Laranja	18,63	0,01802	19,93	0,01928	19,93	0,01928
Banana	11,97	0,01158	6,30	0,00610	8,10	0,00784
<b>Pastagens</b>	756,40	0,73182	756,40	0,73182	756,40	0,73182
<b>Mata natural</b>	2,73	0,00264	2,73	0,00264	2,73	0,00264
<b>Reflorestamento</b>	22,40	0,02167	22,40	0,02167	22,48	0,02175

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

(Continuação da TABELA B.1)

<b>1998</b>	<b>N</b>	<b>1999</b>	<b>N</b>	<b>2000</b>	<b>N</b>
11.400,00	11,02950	11.280,00	10,91340	10.440,00	10,10070
3.810,00	3,68618	3.429,00	3,31756	2.857,50	2,76463
2.008,00	1,94274	1.506,00	1,45706	1.506,00	1,45706
540,96	0,52338	540,96	0,52338	540,96	0,52338
3.707,60	3,58710	3.707,60	3,58710	3.893,60	3,76706
2.681,34	2,59420	2.681,34	2,59420	2.681,34	2,59420
28,45	0,02752	28,45	0,02752	28,45	0,02752
9,00	0,00871	8,10	0,00784	9,00	0,00871
756,40	0,73182	756,40	0,73182	756,40	0,73182
2,73	0,00264	2,73	0,00264	2,73	0,00264
22,00	0,02129	22,72	0,02198	22,80	0,02206

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

TABELA B.2 – Cálculo da quantidade de fósforo (P) perdido em função das perdas físicas de solo pela erosão no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de Cultura</b>	<b>1995</b>	<b>P</b>	<b>1996</b>	<b>P</b>	<b>1997</b>	<b>P</b>
<b>Anuais</b>						
Milho		0,27655	10.740,00	0,28369	11.136,00	0,29415
	10.470,00					
Feijão	2.537,46	0,06702	4.114,80	0,10869	3.810,00	0,10064
Arroz	1.365,44	0,03607	1.430,70	0,03779	1.757,00	0,04641
Batata	540,96	0,01429	540,96	0,01429	540,96	0,01429
<b>Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5.914,80	0,15623	7.216,80	0,19062	3.670,40	0,09695
<b>Permanentes</b>						
Café	2.653,92	0,07010	2.653,92	0,07010	2.681,34	0,07082
Laranja	18,63	0,00049	19,93	0,00053	19,93	0,00053
Banana	11,97	0,00032	6,30	0,00017	8,10	0,00021
<b>Pastagens</b>	756,40	0,01998	756,40	0,01998	756,40	0,01998
<b>Mata natural</b>	2,73	0,00007	2,73	0,00007	2,73	0,00007
<b>Reflorestamento</b>	22,40	0,00059	22,40	0,00059	22,48	0,00059

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

(Continuação da TABELA B.2)

<b>1998</b>	<b>P</b>	<b>1999</b>	<b>P</b>	<b>2000</b>	<b>P</b>
11.400,00	0,30112	11.280,00	0,29795	10.440,00	0,27576
3.810,00	0,10064	3.429,00	0,09057	2.857,50	0,07548
2.008,00	0,05304	1.506,00	0,03978	1.506,00	0,03978
540,96	0,01429	540,96	0,01429	540,96	0,01429
3.707,60	0,09793	3.707,60	0,09793	3.893,60	0,10285
2.681,34	0,07082	2.681,34	0,07082	2.681,34	0,07082
28,45	0,00075	28,45	0,00075	28,45	0,00075
9,00	0,00024	8,10	0,00021	9,00	0,00024
756,40	0,01998	756,40	0,01998	756,40	0,01998
2,73	0,00007	2,73	0,00007	2,73	0,00007
22,00	0,00058	22,72	0,00060	22,80	0,00060

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

TABELA B.3 – Cálculo da quantidade de potássio (K) perdido em função das perdas físicas de solo pela erosão no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de Cultura</b>	<b>1995</b>	<b>K</b>	<b>1996</b>	<b>K</b>	<b>1997</b>	<b>K</b>
<b>Anuais</b>						
Milho	10.470,00	1,05307	10.740,00	1,08023	11.136,00	1,12006
Feijão	2.537,46	0,25522	4.114,80	0,41387	3.810,00	0,38321
Arroz	1.365,44	0,13734	1.430,70	0,14390	1.757,00	0,17672
Batata	540,96	0,05441	540,96	0,05441	540,96	0,05441
<b>Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5.914,80	0,59491	7.216,80	0,72587	3.670,40	0,36917
<b>Permanentes</b>						
Café	2.653,92	0,26693	2.653,92	0,26693	2.681,34	0,26969
Laranja	18,63	0,00187	19,93	0,00200	19,93	0,00200
Banana	11,97	0,00120	6,30	0,00063	8,10	0,00081
<b>Pastagens</b>	756,40	0,07608	756,40	0,07608	756,40	0,07608
<b>Mata natural</b>	2,73	0,00027	2,73	0,00027	2,73	0,00027
<b>Reflorestamento</b>	22,40	0,00225	22,40	0,00225	22,48	0,00226

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

(Continuação da TABELA B.3)

<b>1998</b>	<b>K</b>	<b>1999</b>	<b>K</b>	<b>2000</b>	<b>K</b>
11.400,00	1,14661	11.280,00	1,13454	10.440,00	1,05006
3.810,00	0,38321	3.429,00	0,34489	2.857,50	0,28741
2.008,00	0,20196	1.506,00	0,15147	1.506,00	0,15147
540,96	0,05441	540,96	0,05441	540,96	0,05441
3.707,60	0,37291	3.707,60	0,37291	3.893,60	0,39162
2.681,34	0,26969	2.681,34	0,26969	2.681,34	0,26969
28,45	0,00286	28,45	0,00286	28,45	0,00286
9,00	0,00091	8,10	0,00081	9,00	0,00091
756,40	0,07608	756,40	0,07608	756,40	0,07608
2,73	0,00027	2,73	0,00027	2,73	0,00027
22,00	0,00221	22,72	0,00229	22,80	0,00229

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

TABELA B.4 – Cálculo da quantidade de cálcio e magnésio (Ca+Mg) perdido em função das perdas físicas de solo pela erosão no município de Santo Antônio do Jardim, em toneladas, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de Cultura</b>	<b>1995</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>1996</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>1997</b>	<b>Ca+Mg</b>
<b>Anuais</b>						
Milho	10.470,00	9,93310	10.740,00	10,18925	11.136,00	10,56495
Feijão	2.537,46	2,40734	4.114,80	3,90379	3.810,00	3,61462
Arroz	1.365,44	1,29542	1.430,70	1,35733	1.757,00	1,66690
Batata	540,96	0,51322	540,96	0,51322	540,96	0,51322
<b>Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	5.914,80	5,61149	7.216,80	6,84672	3.670,40	3,48218
<b>Permanentes</b>						
Café	2.653,92	2,51783	2.653,92	2,51783	2.681,34	2,54384
Laranja	18,63	0,01767	19,93	0,01890	19,93	0,01890
Banana	11,97	0,01136	6,30	0,00598	8,10	0,00768
<b>Pastagens</b>	756,40	0,71761	756,40	0,71761	756,40	0,71761
<b>Mata natural</b>	2,73	0,00259	2,73	0,00259	2,73	0,00259
<b>Reflorestamento</b>	22,40	0,02125	22,40	0,02125	22,48	0,02133

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

(Continuação da TABELA B.4)

<b>1998</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>1999</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>2000</b>	<b>Ca+Mg</b>
11.400,00	10,82	11.280,00	10,70	10.440,00	9,90
3.810,00	3,61	3.429,00	3,25	2.857,50	2,71
2.008,00	1,91	1.506,00	1,43	1.506,00	1,43
540,96	0,51	540,96	0,51	540,96	0,51
3.707,60	3,52	3.707,60	3,52	3.893,60	3,69
2.681,34	2,54	2.681,34	2,54	2.681,34	2,54
28,45	0,03	28,45	0,03	28,45	0,03
9,00	0,01	8,10	0,01	9,00	0,01
756,40	0,72	756,40	0,72	756,40	0,72
2,73	0,00	2,73	0,00	2,73	0,00
22,00	0,02	22,72	0,02	22,80	0,02

Fonte: Cálculos com base nos dados da CATI e Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

## ANEXO C

TABELA C.1 – Preços correntes de mercado dos fertilizantes, em R\$, no período de 1995 a 2000.

<b>Fertilizantes/ano (1995)</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>	<b>\$ médio</b>
Calcário dolomítico	15,08	15,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<b>15,0800</b>
Cloreto de potássio	256,68	257,96	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<b>257,3200</b>
Sulfato de amônia	208,42	206,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<b>207,5750</b>
Superfosfato simples	149,39	149,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<b>149,3200</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA).

<b>Fertilizantes/ano(1996)</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>	<b>\$ médio</b>
Calcário dolomítico	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	<b>14,70</b>
Cloreto de potássio	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	329,85	333,01	345,99	345,16	345,69	<b>339,94</b>
Sulfato de amônia	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	271,46	281,65	282,31	283,17	287,36	<b>281,19</b>
Superfosfato simples	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	202,15	204,03	205,63	205,90	206,00	<b>204,74</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA).

<b>Fertilizantes/ano(1997)</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>	<b>\$ médio</b>
Calcário dolomítico	14,70	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	<b>15,89</b>
Cloreto de potássio	359,19	316,34	353,96	354,98	302,16	362,60	363,69	357,39	359,08	359,29	355,39	360,57	<b>350,39</b>
Sulfato de amônia	302,23	304,06	298,93	299,81	298,72	299,09	302,72	307,49	305,44	303,77	298,68	295,26	<b>301,35</b>
Superfosfato simples	214,93	217,23	216,17	216,51	215,43	217,21	219,64	227,80	227,89	229,00	225,68	226,45	<b>221,16</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA).

<b>Fertilizantes/ano(1998)</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>	<b>\$ médio</b>
Calcário dolomítico	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	<b>16,00</b>
Cloreto de potássio	357,45	358,75	357,70	359,86	349,63	353,40	352,83	352,47	345,57	347,76	349,92	349,88	<b>352,94</b>
Sulfato de amônia	291,00	293,86	281,53	278,63	271,34	272,28	272,83	269,56	250,43	247,76	256,10	256,10	<b>270,12</b>

Superfosfato simples	224,26	216,08	216,74	220,13	215,32	216,02	216,45	216,30	206,85	209,02	216,91	218,24	<b>216,03</b>
----------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------------

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA).

<b>Fertilizantes/ano(1999)</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>	<b>\$ médio</b>
Calcário dolomítico	16,00	16,00	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	13,50	14,00	14,00	14,00	<b>16,04</b>
Cloreto de potássio	463,80	480,13	512,21	509,05	490,29	489,85	518,17	528,77	538,46	537,62	561,84	557,76	<b>515,66</b>
Sulfato de amônia	307,79	315,34	330,26	326,13	317,65	319,30	321,32	327,37	336,69	337,66	345,83	342,94	<b>327,36</b>
Superfosfato simples	267,24	287,64	307,08	321,90	312,51	306,67	307,22	321,73	327,50	327,72	331,50	327,44	<b>312,18</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA).

<b>Fertilizantes/ano(2000)</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>	<b>\$ médio</b>
Calcário dolomítico	14,00	15,00	15,00	16,00	16,00	16,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	<b>16,67</b>
Cloreto de potássio	550,00	548,72	546,12	550,33	561,99	562,76	559,40	559,16	562,73	551,01	552,63	551,64	<b>554,71</b>
Sulfato de amônia	346,22	349,98	342,83	348,56	358,35	356,13	355,31	366,09	374,82	376,10	377,56	382,03	<b>361,17</b>
Superfosfato simples	324,63	326,75	321,00	323,97	332,41	331,74	335,83	344,21	348,03	347,68	341,52	342,02	<b>334,98</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA).

## ANEXO D

TABELA D.1 – Cálculo da perda monetária por tipo de fertilizantes, em reais por toneladas, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

Anos	Sulfato de Amônia	Preço de Mercado(R\$/t)	Valor da perda(R\$)	Superfosfato Simples	Preço de Mercado(R\$/t)	Valor da perda(R\$)
<b>1995</b>	117,5257	207,575	<b>24.395,39</b>	3,5651	149,320	<b>532,34</b>
<b>1996</b>	133,0551	281,190	<b>37.413,77</b>	4,0362	204,742	<b>826,38</b>
<b>1997</b>	118,0608	301,350	<b>35.577,63</b>	3,5813	221,162	<b>792,06</b>
<b>1998</b>	120,7754	270,118	<b>32.623,64</b>	3,6637	216,027	<b>791,46</b>
<b>1999</b>	115,9225	327,357	<b>37.948,00</b>	3,5165	312,179	<b>1.097,77</b>
<b>2000</b>	109,9989	361,165	<b>39.727,74</b>	3,3368	334,983	<b>1.117,77</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

(Continuação da TABELA D.1)

Cloreto de Potássio	Preço de Mercado(R\$/t)	Valor da perda(R\$)	Calcário Dolomítico	Preço de Mercado(R\$/t)	Valor da perda(R\$)
4,2130	257,320	<b>1.084,10</b>	60,6549	15,080	<b>914,68</b>
4,7697	339,940	<b>1.621,42</b>	68,6697	14,700	<b>1.009,44</b>
4,2322	350,387	<b>1.482,91</b>	60,9311	15,892	<b>968,30</b>
4,3295	352,935	<b>1.528,04</b>	62,3321	16,000	<b>997,31</b>
4,1556	515,663	<b>2.142,87</b>	59,8275	16,042	<b>959,73</b>
3,9432	554,708	<b>2.187,33</b>	56,7704	16,667	<b>946,17</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

## ANEXO E

TABELA E.1 – Valor da mão-de-obra agrícola, em reais a preços correntes, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Anos</b>	<b>Mão-de-obra</b>
<b>1995</b>	10,00
<b>1996</b>	10,00
<b>1997</b>	10,00
<b>1998</b>	12,00
<b>1999</b>	12,00
<b>2000</b>	15,00

Fonte: Comunicação pessoal, CATI.

TABELA E.2 – Total de fertilizantes e calcário perdidos, em toneladas, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Anos</b>	<b>Fertilizantes</b>	<b>Calcário Dolomítico</b>
<b>1995</b>	125,30	60,65
<b>1996</b>	141,86	68,67
<b>1997</b>	125,89	60,93
<b>1998</b>	128,76	62,33
<b>1999</b>	123,59	59,83
<b>2000</b>	117,33	56,77

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA E. 3 – Porcentagem da perda de fertilizantes e calcário no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Anos</b>	<b>Fertilizantes</b>	<b>Calcário Dolomítico</b>
<b>1995</b>	5,66	4,11
<b>1996</b>	6,41	4,66
<b>1997</b>	5,63	4,09
<b>1998</b>	5,76	4,18
<b>1999</b>	5,53	4,02
<b>2000</b>	5,25	3,81

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA E.4 – Valor da perda de fertilizantes e calcário, em reais por hectare, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Anos</b>	<b>Fertilizantes</b>	<b>Calcário Dolomítico</b>
<b>1995</b>	0,73	0,18
<b>1996</b>	0,83	0,20
<b>1997</b>	0,73	0,18
<b>1998</b>	0,89	0,22
<b>1999</b>	0,86	0,21
<b>2000</b>	1,02	0,25

Fonte: Dados da pesquisa.

## ANEXO F

TABELA F.1 – Cálculo do custo de aplicação de fertilizantes na lavoura de café no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

Anos	Ha de café	Qtde. Fert. (t por ha)	Qtde. Fert. gastos (t/ano)	Qtde. Pés de café	Qtde. homens/dia	Qtde. Gasto homens/dia	Preço da mão-de-obra (R\$)	Despesa no ano c/ aplicação	Custo por hectare
<b>1995</b>	2.948,80	0,75	2.211,60	3.817.793	1.272,60	3.817,80	10,00	38.178,00	12,95
<b>1996</b>	2.948,80	0,75	2.211,60	3.817.793	1.272,60	3.817,80	10,00	38.178,00	12,95
<b>1997</b>	2.979,27	0,75	2.234,45	3.857.221	1.285,70	3.857,10	10,00	38.571,00	12,95
<b>1998</b>	2.979,27	0,75	2.234,45	3.857.221	1.285,70	3.857,10	12,00	46.285,20	15,53
<b>1999</b>	2.979,27	0,75	2.234,45	3.857.221	1.285,70	3.857,10	12,00	46.285,20	15,53
<b>2000</b>	2.979,27	0,75	2.234,45	3.857.221	1.285,70	3.857,10	15,00	57.856,50	19,42

Fonte: Dados da pesquisa.

Anos	Ha de café	Qtde. Fert. (t por ha)	Qtde. Fert. gastos (t/ano)	Qtde. Pés de café	Qtde. homens/dia	Qtde. Gasto homens/dia	Preço da mão-de-obra (R\$)	Despesa no ano c/ aplicação	Custo por hectare
<b>1995</b>	2.948,80	1,00	1.474,40	1.908.897	636,30	636,30	10,00	6.363,00	4,32
<b>1996</b>	2.948,80	1,00	1.474,40	1.908.897	636,30	636,30	10,00	6.363,00	4,32
<b>1997</b>	2.979,27	1,00	1.489,63	1.928.611	642,87	642,87	10,00	6.428,70	4,32
<b>1998</b>	2.979,27	1,00	1.489,63	1.928.611	642,87	642,87	12,00	7.714,44	5,18
<b>1999</b>	2.979,27	1,00	1.489,63	1.928.611	642,87	642,87	12,00	7.714,44	5,18
<b>2000</b>	2.979,27	1,00	1.489,63	1.928.611	642,87	642,87	15,00	9.643,05	6,47

Fonte: Dados da pesquisa.

## ANEXO G

TABELA G.1 – Quantidade de água, em m<sup>3</sup>, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de culturas</b>	<b>1995</b>	<b>Qtde em m<sup>3</sup></b>	<b>1996</b>	<b>Qtde em m<sup>3</sup></b>	<b>1997</b>	<b>Qtde em m<sup>3</sup></b>	<b>1998</b>	<b>Qtde em m<sup>3</sup></b>
<b>Culturas Anuais</b>								
Milho	872,50	16.586.225	895,00	17.345.100	928,00	16.629.760	950,00	16.064.500
Feijão	66,60	1.266.066	108,00	2.093.040	100,00	1.792.000	100,00	1.691.000
Arroz	54,40	1.034.144	57,00	1.104.660	70,00	1.254.400	80,00	1.352.800
Batata	29,40	558.894	29,40	569.772	29,40	526.848	29,40	497.154
<b>Total</b>	<b>1022,90</b>	<b>19.445.329</b>	<b>1089,40</b>	<b>21.112.572</b>	<b>1127,40</b>	<b>20.203.008</b>	<b>1159,40</b>	<b>19.605.454</b>
<b>Culturas Temporárias</b>								
Cana-de-açúcar	477,00	9.067.770	582,00	11.279.160	296,00	5.304.320	299,00	5.056.090
<b>Culturas Permanentes</b>								
Café	2948,80	56.056.688	2948,80	57.147.744	2979,27	53.388.518	2979,27	50.379.456
Laranja	20,70	393.507	22,14	429.073	22,14	396.749	31,61	534.525
Banana	13,30	252.833	7,00	135.660	9,00	161.280	10,00	169.100
<b>Total</b>	<b>2982,80</b>	<b>56.703.028</b>	<b>2977,94</b>	<b>57.712.477</b>	<b>3010,41</b>	<b>53.946.547</b>	<b>3020,88</b>	<b>51.083.081</b>
<b>Pastagens</b>	<b>1891,00</b>	<b>35.947.910</b>	<b>1890,00</b>	<b>36.628.200</b>	<b>1891,00</b>	<b>33.886.720</b>	<b>1891,00</b>	<b>31.976.810</b>
<b>Mata natural</b>	<b>683,00</b>	<b>12.983.830</b>	<b>683,00</b>	<b>13.236.540</b>	<b>683,00</b>	<b>12.239.360</b>	<b>683,00</b>	<b>11.549.530</b>
<b>Reflorestamento</b>	<b>560,00</b>	<b>10.645.600</b>	<b>560,00</b>	<b>10.852.800</b>	<b>562,00</b>	<b>10.071.040</b>	<b>550,00</b>	<b>9.300.500</b>

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI/Campinas-SP e cálculo da pesquisa.

Continuação da TABELA G.1

<b>1999</b>	<b>Qtde em m<sup>3</sup></b>	<b>2000</b>	<b>Qtde em m<sup>3</sup></b>
940,00	14.241.000	870,00	15.364.200
90,00	1.363.500	75,00	1.324.500
60,00	909.000	60,00	1.059.600
29,40	445.410	29,40	519.204
1119,40	16.958.910	1034,40	18.267.504
<hr/>			
299,00	4.529.850	314,00	5.545.240
<hr/>			
2979,27	45.135.941	2979,27	52.613.908
31,61	478.892	31,61	558.233
9,00	136.350	10,00	176.600
3019,88	45.751.182	3020,88	53.348.741
<hr/>			
1891,00	28.648.650	1891,00	33.395.060
683,00	10.347.450	683,00	12.061.780
568,00	8.605.200	570,00	10.066.200

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI/Campinas-SP

## ANEXO H

TABELA H1 – Quantidade de água perdida, em m<sup>3</sup>, no município de Santo Antônio do Jardim, no período de 1995 a 2000.

<b>Tipo de culturas</b>	<b>Qtde m<sup>3</sup> (1995)</b>	<b>Perda de água</b>	<b>Qtde m<sup>3</sup> (1996)</b>	<b>Perda de água</b>	<b>Qtde m<sup>3</sup> (1997)</b>	<b>Perda de água</b>
<b>Culturas Anuais</b>						
Milho	16.586.225	862.484	17.345.100	901.945	16.629.760	864.748
Feijão	1.266.066	141.799	2.093.040	234.420	1.792.000	200.704
Arroz	1.034.144	115.824	1.104.660	123.722	1.254.400	140.493
Batata	558.894	36.887	569.772	37.605	526.848	34.772
<b>Total</b>	<b>19.445.329</b>	<b>1.156.994</b>	<b>21.112.572</b>	<b>1.297.693</b>	<b>20.203.008</b>	<b>1.240.716</b>
<b>Culturas Temporárias</b>						
Cana-de-açúcar	9.067.770	380.846	11.279.160	473.725	5.304.320	222.781
<b>Culturas Permanentes</b>						
Café	56.056.688	616.624	57.147.744	628.625	53.388.518	587.274
Laranja	393.507	4.329	429.073	4.720	396.749	4.364
Banana	252.833	2.781	135.660	1.492	161.280	1.774
<b>Total</b>	<b>56.703.028</b>	<b>623.733</b>	<b>57.712.477</b>	<b>634.837</b>	<b>53.946.547</b>	<b>593.412</b>
<b>Pastagens</b>	<b>35.947.910</b>	<b>251.635</b>	<b>36.628.200</b>	<b>256.397</b>	<b>33.886.720</b>	<b>237.207</b>
<b>Mata natural</b>	<b>12.983.830</b>	<b>90.887</b>	<b>13.236.540</b>	<b>92.656</b>	<b>12.239.360</b>	<b>85.676</b>
<b>Reflorestamento</b>	<b>10.645.600</b>	<b>106.456</b>	<b>10.852.800</b>	<b>108.528</b>	<b>10.071.040</b>	<b>100.710</b>

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI/Campinas-SP e cálculo da pesquisa.

## Continuação da TABELA H1

<b>Qtde m³ (1998)</b>	<b>Perda de água</b>	<b>Qtde m³ (1999)</b>	<b>Perda de água</b>	<b>Qtde m³ (2000)</b>	<b>Perda de água</b>
16.064.500	835.354	14.241.000	740.532	15.364.200	798.938
1.691.000	189.392	1.363.500	152.712	1.324.500	148.344
1.352.800	151.514	909.000	101.808	1.059.600	118.675
497.154	32.812	445.410	29.397	519.204	34.267
19.605.454	1.209.072	16.958.910	1.024.449	18.267.504	1.100.225
5.056.090	212.356	4.529.850	190.254	5.545.240	232.900
50.379.456	554.174	45.135.941	496.495	52.613.908	578.753
534.525	5.880	478.892	5.268	558.233	6.141
169.100	1.860	136.350	1.500	176.600	1.943
51.083.081	561.914	45.751.182	503.263	53.348.741	586.836
31.976.810	223.838	28.648.650	200.541	33.395.060	233.765
11.549.530	80.847	10.347.450	72.432	12.061.780	84.432
9.300.500	93.005	8.605.200	86.052	10.066.200	100.662

Fonte: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI/Campinas-SP e cálculo da pesquisa.