

TCC/UNICAMP
G165v
003077/IE

*Erosão do solo
Solo - Erosão*



1290003077



TCC/UNICAMP G165v

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA

CEDOC/IE

*Valor econômico da erosão do solo agrícola no Estado de São
Paulo: um estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Mogi-Pardo*

200622006

ALUNA: Isabela Cristóvão Balau Garcia - 016321

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro *de*

MONOGRAFIA

CEDOC/IE

Campinas – 2º semestre de 2006

SUMÁRIO

Resumo	01
Introdução	02
1 - Revisão da literatura	06
<i>1.1. A Economia e o Meio Ambiente</i>	06
1.1.1. Considerações Introdutórias	06
1.1.2. A Teoria Econômica e a Questão Ambiental	07
<i>1.2. Valor Econômico Total do Meio Ambiente</i>	09
1.2.1. Aspectos Gerais	09
1.2.2. Decomposição do Valor Econômico Total do Meio Ambiente	10
<i>1.3. Métodos de Valoração Econômica do Meio Ambiente</i>	12
1.3.1. Método do Custo de Reposição	13
<i>1.4. A Atividade Agrícola e o Meio Ambiente</i>	15
1.4.1. Considerações Gerais	15
1.4.2. A agricultura no Brasil e no Estado de São Paulo: um breve relato	17
<i>1.5. A Erosão do Solo Agrícola</i>	23
1.5.1. Fatores que Influem no Processo Erosivo	24
1.5.2. Tipos de Erosão do Solo	26
1.5.3. Os Impactos Ambientais da Erosão	27
2 - Caracterização da área de estudo	29
<i>2.1. A Bacia Hidrográfica</i>	30
<i>2.2. UGRH 04 – Pardo</i>	32
<i>2.3. UGRH 09 – Mogi-Guaçu</i>	34
<i>2.4. UGRHI 12 - Baixo Pardo-Grande</i>	35
3 - Descrição da metodologia utilizada	37
4 - Resultados e discussões	39
<i>4.1. Etapas do cálculo da estimativa da degradação do recurso solo</i>	39
<i>4.2. Análise dos resultados encontrados</i>	57
4.2.1. UGRHI 04 – Baixo Pardo-Grande	58
4.2.2. UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	63
4.2.3. UGRHI 12 – Pardo	68
4.2.4. O Estado de São Paulo	73

<i>4.3. Novas estimativas do custo de reposição do solo para o Estado de São Paulo.....</i>	<i>78</i>
4.3.1. Etapas para o cálculo das novas estimativas	78
4.3.2. O comportamento da taxa de câmbio real/dólar entre 1994 e 2003	79
4.3.4. Comparação com outros estudos	81
Conclusão	84
Referências bibliográficas	88
Apêndice	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental	12
Figura 2. Esquema ilustrativo do impacto da atividade agropecuária sobre o meio ambiente	19
Figura 3. Mapa das UGRHIs do Estado de São Paulo	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Evolução da área ocupada pelas principais culturas na Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003	43
Tabela 2. Evolução da área ocupada pelas principais culturas na Bacia do Mogi-Guaçu, em ha, 1994 a 2003	44
Tabela 3. Evolução da área ocupada pelas principais culturas na Bacia do Pardo, em ha, 1994 a 2003	44
Tabela 4. Evolução da área ocupada pelas principais culturas no Estado de São Paulo, em ha, 1994 a 2003	45
Tabela 5. Taxas médias de perda de solo por erosão, em t/ha/ano, nas principais culturas do Estado de São Paulo	45
Tabela 6. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, 1994 a 2003	46
Tabela 7. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas da Bacia do Mogi-Guaçu, 1994 a 2003	46
Tabela 8. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas da Bacia do Pardo, 1994 a 2003	47
Tabela 9. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas do Estado de São Paulo, 1994 a 2003	47
Tabela 10. Teor médio de nutrientes no solo paulista, em %	48
Tabela 11. Valores de conversão e perdas de nutrientes em fertilizantes comerciais	48
Tabela 12. Perdas de solo, em t/ha/ano, em termos de nutrientes e em equivalentes-fertilizantes, para a Bacia do Baixo Pardo-Grande, 1994/2003	49
Tabela 13. Perdas de solo, em t/ha/ano, em termos de nutrientes e em equivalentes-fertilizantes, para a Bacia do Mogi-Guaçu, 1994/2003	49
Tabela 14. Perdas de solo, em t/ha/ano, em termos de nutrientes e em equivalentes-fertilizantes, para a Bacia do Pardo, 1994/2003	50
Tabela 15. Perdas de solo, em t/ha/ano, em termos de nutrientes e em equivalentes-fertilizantes, para o Estado de São Paulo, 1994/2003	50
Tabela 16. Evolução dos preços dos fertilizantes, médias anuais reais expressas em R\$/t, 1994/2003, (1994 = 100)	51

Tabela 17. Estimativas do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupo de culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, de 1994 a 2003	52
Tabela 18. Estimativas do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupo de culturas da Bacia do Mogi-Guaçu, de 1994 a 2003	52
Tabela 19. Estimativas do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupo de culturas da Bacia do Pardo, de 1994 a 2003	53
Tabela 20. Estimativas do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupo de culturas do Estado de São Paulo, de 1994 a 2003	53
Tabela 21. VBPA da Bacia do Baixo Pardo-Grande ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003	55
Tabela 22. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA da Bacia do Baixo Pardo-Grande, por tipo de cultura, em %, 1994 a 2003	55
Tabela 23. VBPA da Bacia do Mogi-Guaçu ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003	56
Tabela 24. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA da Bacia do Mogi-Guaçu, por tipo de cultura, em %, 1994 a 2003	56
Tabela 25. VBPA da Bacia do Pardo ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003	57
Tabela 26. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA da Bacia do Pardo, por tipo de cultura, em %, 1994 a 2003	57
Tabela 27. VBPA do Estado de São Paulo ajustado ambientalmente, R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003	58
Tabela 28. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA do Estado de São Paulo, por tipo de cultura, em %, 1994 a 2003	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolução dos preços dos fertilizantes em R\$, médias anuais reais, 1994 a 2003.....	61
Gráfico 2. Participações relativas na área ocupada por tipo de cultura, Bacia do Baixo Pardo-Grande, 1994 a 2003	63
Gráfico 3. Evolução das áreas ocupadas com culturas permanentes e laranja, Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003	63
Gráfico 4. Comparação de tendências: perdas físicas culturas permanentes e laranja, Bacia do Baixo Pardo-Grande, 1994 a 2003	64
Gráfico 5. Comparação das perdas monetárias nas principais culturas, Bacia do Baixo Pardo-Grande, em R\$ mil/ano, 1994 a 2003	65
Gráfico 6. Evolução das perdas monetárias para culturas permanentes, Bacia do Baixo Pardo-Grande, em R\$ mil/ano	65

Gráfico 7. Comparação de tendências: perdas físicas vs perdas monetárias, culturas temporárias, Bacia do Baixo Pardo-Grande, 1994 a 2003	66
Gráfico 8. Evolução das áreas ocupadas por tipo de culturas, Bacia do Mogi-Guaçu, em ha, 1994 a 2003	67
Gráfico 9. Comparação de tendências: área ocupada e perdas físicas cana-de-açúcar, Bacia do Mogi-Guaçu, 1994 a 2003	69
Gráfico 10. Perdas físicas para culturas permanentes, em t/ano, Bacia do Mogi-Guaçu, 1994 a 2003	69
Gráfico 11. Comparação de tendências: perdas físicas versus perdas monetárias, Bacia do Mogi-Guaçu, 1994 a 2003	70
Gráfico 12. Evolução das perdas monetárias nas principais culturas, em R\$ mil/ano, Bacia do Mogi-Guaçu	71
Gráfico 13. Evolução das áreas ocupadas por tipo de cultura, Bacia do Pardo, 1994 a 2003.....	72
Gráfico 14. Participações relativas na área ocupada por tipo de cultura, Bacia do Pardo, 1994 a 2003	73
Gráfico 15. Participações relativas na área ocupada por culturas anuais, Bacia do Pardo, 1994 a 2003	74
Gráfico 16. Participações relativas na área ocupada por culturas permanentes, Bacia do Pardo, 1994 a 2003	75
Gráfico 17. Área ocupada versus perdas físicas de solo, culturas permanentes, Bacia do Pardo	75
Gráfico 18. Perdas físicas versus perdas monetárias, Bacia do Pardo, 1994 a 2003	76
Gráfico 19. Participações relativas nas áreas ocupadas por tipo de cultura, Estado de São Paulo, 1994 a 2003	77
Gráfico 20. Evolução das áreas ocupadas com culturas permanentes, Estado de São Paulo, em ha, 1994 a 2003	80
Gráfico 21. Evolução das perdas físicas de solo com culturas permanentes, Estado de São Paulo, em ha, 1994 a 2003	80
Gráfico 22. Perdas monetárias totais de solo, em R\$ mil/ano, Estado de São Paulo, 1994 a 200.....	81
Gráfico 23. Evolução da taxa de câmbio real/dólar, médias anuais dólar comercial, 1994 a 2003	83
Gráfico 24. Evolução das perdas monetárias totais do Estado de São Paulo, em US\$ mil/ano, 1994 a 2003	83

RESUMO

A agricultura, como atividade econômica, fornece ao homem uma série de bens, seja na forma de insumos ou alimentos. Levando-se em consideração a tecnologia utilizada, a atividade agrícola pode promover degradações internas e externas ao local de produção. Um dos impactos ambientais causados pela agricultura é a erosão do solo, processo natural agravado pela ação antrópica.

Assim, o presente trabalho objetiva estimar os custos gerados pela erosão do solo agrícola no Estado de São Paulo. Para tal estudo, foram escolhidas as Bacias Hidrográficas do Pardo, Mogi-Guaçu e Baixo Pardo-Grande, em virtude da enorme variedade física e sócio econômica apresentada nesta região, o que permite uma boa aproximação das características do Estado de São Paulo. Objetiva-se também estimar estes custos para todo o Estado de São Paulo.

Dada a ineficiência do mercado na alocação dos recursos ambientais, se faz necessária a valoração destes bens para o fornecimento de estimativas econômicas de impactos ambientais. Estas estimativas serão alcançadas através do método de valoração econômica de recursos ambientais denominado método de custo de reposição. É necessário, portanto, o levantamento de dados da produção agrícola, bem como informações sobre a erosão do solo nas bacias hidrográficas em questão. A partir dos resultados obtidos, será possível compará-los com outros estudos já realizados sobre o processo erosivo em geral, assim como na área de estudo, verificando-se, portanto, os custos internos causados pela erosão do solo agrícola.

INTRODUÇÃO

As discussões a respeito da importância do meio ambiente e dos recursos naturais para questão ambiental ganharam força na última década, visto que a degradação do meio ambiente – aquecimento global, degradação solo, escassez de água de qualidade, poluição da atmosfera, dentre outros - tem se mostrado, progressivamente, como uma ameaça ao planeta. Os problemas de ordem ambiental afetam o desenvolvimento econômico e social, o equilíbrio ecológico e, dessa forma, pode-se afirmar que afetam o bem-estar das populações. Além disso, sabe-se que uma série de situações-problemas reveste-se do caráter da irreversibilidade, dado o elevado grau de degradação em que se encontra o meio ambiente, bem como a não recuperação do esgotamento de recursos naturais. Assim, a degradação ambiental e o esgotamento dos recursos naturais se tornaram importantes objetos de discussões em grande parte do mundo.

O problema da escassez dos recursos naturais evidencia a necessidade de mudanças no padrão de utilização destes recursos. Não obstante, revestidas de elevado grau de dificuldades, estas modificações podem ser induzidas por políticas públicas ambientais que levem em consideração os fatores econômicos. Durante muitos anos os economistas não consideravam as questões ambientais como parte integrante do arcabouço de análise: produção, consumo e repartição da riqueza material. Na atualidade, em compasso com a maior percepção e conscientização associadas às questões ecológicas, o conhecimento na área evoluiu de tal forma que, independentemente da vertente teórica, os economistas incorporaram em seu arsenal de análise as questões ligadas ao meio ambiente e aos recursos naturais. Em consequência, as possibilidades de solução para os problemas ambientais podem também ser contemplados a partir de uma lógica econômica de interpretação.

Portanto, os trabalhos empíricos passaram a exigir estatísticas e dados que forneçam informações sistematizadas sobre a relação entre o crescimento econômico e o nível de degradação ambiental, a utilização dos recursos naturais e o nível de produção e consumo da sociedade, os recursos ambientais e os ativos produtivos, bem como as relações de causa e efeito e de dose-resposta entre a ação humana e os impactos ambientais, dentre outros.

A agricultura é uma secular atividade humana que por sua própria natureza gera impactos no meio ambiente, e se particulariza no sentido de que atividade agrícola sofre os

efeitos provocados pela própria atividade. Os impactos ambientais *on site* e *off site* advindos da agricultura devem ser estudados, analisados e soluções devem ser propostas, uma vez que, além de reduzirem os níveis de produção e produtividade agrícolas, causam degradação em outros ambientes naturais e construídos pelo homem e propiciam, em consequência, uma diminuição do bem estar da população. Os sistemas de produção agrícola predominantes na atualidade – que utilizam intensamente a mecanização e o uso de agrotóxicos e adubação química - vêm sendo questionados sob diversas óticas - ecológica, econômica, social – com base nos princípios da sustentabilidade das atividades humanas. Os impactos ambientais resultantes se fazem cada vez mais evidentes, assim, taxas elevadas de erosão do solo agrícola, contaminação do solo, água, plantas e do próprio homem, redução da biodiversidade estão cada vez mais presentes nos dias de hoje. Assim, pode-se assumir que, inicialmente, a limitação ambiental era vista pela disponibilidade de fontes de nutrientes naturais e pela disponibilidade de energia e outros fatores dentro da área agrícola. Agora, a questão está nos limites biológicos e na degradação física, química e biológica das áreas de produção e do seu entorno, bem como na qualidade dos produtos agrícolas e de vida das populações.

A partir da segunda metade dos anos sessenta, a agricultura brasileira passou por um processo de modernização. Os incrementos na produção e na produtividade foram seguidos por impactos ambientais. O que se observou foi uma enorme aceleração do processo erosivo do solo, além da contaminação por agrotóxicos do solo, da água e do homem, bem como redução da cobertura vegetal e da biodiversidade. De uma forma geral, todo este processo observado na agricultura brasileira foi seguido pela agricultura paulista (UNICAMP, 2002).

Dentre o conjunto de impactos gerados pela atividade agrícola, a erosão do solo é um dos mais preocupantes, pois sendo o solo um recurso natural, indispensável à produção, sua conservação em consonância com sua taxa de renovabilidade deve ser um objetivo permanente de sustentabilidade da agricultura.

A erosão caracteriza-se pela remoção e pelo transporte de partículas de solo ou de rochas, sendo a água ou o vento os principais agentes. Assim, deve-se distinguir entre a erosão, como um processo geológico, portanto natural, que continuamente atua na superfície do planeta, daquela provocada pela ação do homem. O processo natural é

intensificado por fatores antrópicos; por exemplo, o homem ao praticar a agricultura retira a cobertura arbórea do solo, explorando-o de forma inadequada, o que provoca uma aceleração do processo erosivo, resultando em impactos no próprio ambiente onde a erosão foi gerada e em outras áreas (Bertoni & Lombardi Neto, 1995).

A problemática erosiva é evidente no Estado de São Paulo, caracterizado como um dos grandes problemas causados pelo uso inadequado do solo pela agricultura da região, levando à degradação do próprio solo, poluição das águas, assoreamento de mananciais, além de enchentes nos períodos de chuva. Este processo de perda de solo pode ser observado por meio de redução da produtividade agrícola, diminuição da cobertura vegetal, compactação do solo, queda de matéria orgânica, desequilíbrio nutricional e redução das atividades biológicas, além da degradação física, química e biológica do solo (Bastos Filho, 1995).

A Bacia Hidrográfica objeto de pesquisa deste projeto abrange três Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHIs): Pardo, Baixo Pardo-Grande e Mogi-Guaçu. A região apresenta grande diversidade quanto ao meio físico e sócio econômico. As UGRHIs escolhidas para o desenvolvimento deste trabalho, por apresentarem grande diversidade natural e variadas atividades agropecuárias, representam uma boa aproximação do que ocorre no Estado de São Paulo e, portanto, são regiões ideais para o diagnóstico do processo erosivo e sua contabilização do ponto de vista econômico.

Os solos na Bacia do Baixo Pardo-Grande constituem um recurso natural estratégico e se caracterizou como um suporte básico para o processo de ocupação da região. Esta UGRHI representou uma das últimas fronteiras agrícolas do Estado de São Paulo e suas principais atividades agrícolas contribuíram profundamente para a degradação dos solos da região. Na Bacia do Pardo, o processo erosivo também é fortemente influenciado pelas atividades agrícolas, com terrenos de baixa à média suscetibilidade erosiva. A Bacia do Mogi-Guaçu também apresenta grande diversidade agrícola e 42% das terras dessa região apresentam alta suscetibilidade à erosão.

Neste trabalho, portanto, serão estimados, sob a ótica econômica, os custos “on site” gerados pela erosão do solo em três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: Pardo, Baixo Pardo-Grande e Mogi-Guaçu. Tais estimativas serão obtidas a partir dos custos econômicos de reposição dos nutrientes que, perdidos em função

do processo erosivo, é verificado nas unidades agrícolas da região. A partir dos resultados encontrados – custos monetários da erosão do solo agrícola – e dos valores da produção agrícola da região, serão calculados os impactos econômicos da erosão sobre o valor bruto da produção agrícola da região.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. A Economia e o Meio Ambiente

1.1.1. Considerações Introdutórias

A questão ambiental e as discussões acerca da degradação do meio ambiente exerceram papel de destaque na última década, quando também se intensificou a discussão a respeito das relações entre o crescimento econômico e seus impactos sobre os recursos naturais e o meio ambiente. É amplamente reconhecido que a presente degradação ambiental (efeito estufa, buraco na camada de ozônio, desmatamento, degradação do solo e da água, chuvas ácidas, poluição do ar e sonora, etc.) constitui-se em uma séria ameaça ao planeta. Portanto, o ataque aos problemas deve ser feito tanto com instrumentos de comando e controle quanto por aqueles derivados da abordagem econômica do meio ambiente. É neste sentido, segundo Benakouche & Santa Cruz (1994), que a Economia Ambiental na última década mostrou-se preocupada em propor conceitos e instrumentos econômicos capazes de orientar as políticas públicas na tentativa de fornecer apoio para a proteção do meio ambiente.

Se, por um lado, a degradação dos recursos naturais afeta negativamente o crescimento econômico e, dessa forma, o bem-estar das populações, por outro, existe o risco de um desequilíbrio irreversível dos ecossistemas. Não se pode mais entender a lógica econômica sem considerar a questão ambiental e vice-versa. Na visão de Maia *et al.* (2004), o crescente aumento populacional e a expansão industrial pressionam os recursos naturais do planeta, cada vez mais limitados e escassos.

É neste sentido que se pode afirmar que a dinâmica econômica não pode interpretada de forma separada do que ocorre no meio ambiente. Portanto, a dimensão do crescimento econômico deve ser compatível com a capacidade de suporte dos ecossistemas. Segundo Cavalcanti (1997), o desenvolvimento sustentável¹ deve, portanto, priorizar objetivos ecológicos para a manutenção da integridade dos recursos naturais.

¹ O Relatório da Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, de 1987, aponta que o desenvolvimento “para ser sustentável deve compatibilizar a crescente satisfação das necessidades da geração atual com a garantia do atendimento das necessidades das gerações futuras”.

A valoração econômica do meio ambiente se mostra essencial na medida em que se introduz na gestão ambiental a variável econômica como ponto de apoio ao processo de tomada de decisão.

1.1.2. A Teoria Econômica e a Questão Ambiental

A problemática relacionada à degradação ambiental se dá por diversos fatores, os quais podem ser abordados sob dois aspectos, o da eficiência e o da equidade. A utilização dos recursos ambientais gera custos e benefícios que não são captados pelo mercado. Assim, o custo ou benefício privado deste recurso não reflete seu custo ou benefício econômico (Seroa da Motta, 1998). Percebe-se que o uso intensivo do meio ambiente, com alterações irreversíveis e com a crescente atividade industrial é explicado pelo fato de que “é economicamente eficiente conduzir-se de forma ecologicamente ineficiente. Há, pois, uma contradição definitiva entre os modos de proceder da natureza e da sociedade industrial – a última revelando-se claramente insustentável” (Cavalcanti, 1997).

Nas questões relativas a abordagem das questões ambientais, destacam-se duas correntes econômicas: a economia ambiental ou economia do meio ambiente e dos recursos naturais, apoiada nos princípios da economia neoclássica e a economia ecológica apoiada fundamentalmente nos princípios ecológicos.

A economia ambiental defende que os recursos naturais não se mostram como um limite para a expansão econômica, na medida em que as restrições quanto à disponibilidade dos recursos ambientais seriam superadas pelo progresso técnico. Dessa forma, esta corrente teórica não confere importância ao risco de perdas ambientais irreversíveis. Entretanto, a segunda linha de pensamento, a economia ecológica, difere acentuadamente da economia neoclássica. Para a economia ecológica, o meio ambiente engloba uma vasta gama de sistemas, entre eles o sistema econômico e, assim, a expansão da economia encontra limites absolutos na disponibilidade de recursos naturais. Além disso, para a economia ecológica, o risco de perdas irreversíveis assume importância e, portanto, a sustentabilidade exige a avaliação e contabilização dos impactos ambientais advindos das atividades econômicas, na medida em que perdas irreversíveis possam ser transferidas às gerações futuras (Romeiro, 2005).

Para a Economia Neoclássica, o problema ambiental se mostra como uma questão de alocação de bens entre agentes, em função de suas preferências. O meio ambiente fornece ao sistema econômico insumos essenciais ao processo produtivo, seja na forma de matérias-primas e recursos naturais, os quais, geralmente, possuem preços estabelecidos pelo mercado. Mas isto não implica que os mecanismos de mercado conduzam, necessariamente, à solução dos problemas de ordem ambiental. Os recursos naturais apresentam características próprias que os deixam fora do mercado (Romeiro & Salles Filho, 1997). Em síntese, as peculiaridades dos recursos ambientais levam falhas ao sistema de mercado, uma vez que a racionalidade econômica do agente individual, maximizador de lucro e utilidade, não conduz ao ótimo social.

Segundo Marques (1995), o funcionamento do mercado deve obedecer a algumas condições para que a produção e troca de bens e serviços ocorram de maneira eficiente. As condições para isso seriam: i) todos os produtos e recursos devem possuir mercados próprios com preços determinados pelas curvas de oferta e de demanda; ii) há predomínio da concorrência perfeita em todos os mercados; iii) as funções de produção e consumo não apresentam interdependências; iv) não há presença de incertezas, irreversibilidades e informação assimétrica; v) não existem bens não-rivais e não-excludentes, além de direitos de propriedade claramente definidos e garantidos. Entretanto, a realidade mostra que estas condições não prevalentes em uma economia de mercado conduzem a ineficiente utilização dos recursos ambientais e naturais há a degradação destes recursos.

Desta forma, o funcionamento inadequado do mercado se reproduz na utilização ineficiente dos recursos naturais. O resultado é que os preços obtidos em tais condições não revelam, de fato, os benefícios e custos sociais que os recursos ambientais realmente proporcionam. Estes preços, pelo contrário, evidenciam informações distorcidas sobre a escassez dos recursos, o que limita o uso e manejo eficiente do meio ambiente, bem como a busca pela melhor qualidade do recurso. Assim, com a presença destas falhas de mercado, torna-se necessária a participação do setor governamental com vistas a promover a integração entre o meio ambiente e as decisões econômicas, sejam elas de ordem micro ou macroeconômicas.

Portanto, independentemente da corrente de pensamento econômica que abordam mais intensamente as questões ambientais, e necessidade de se obter o valor econômico do

recurso ambiental se torna evidente seja para a gestão eficiente dos recursos seja a adoção de políticas públicas ambientais.

Em razão dos objetivos do presente trabalho, deve-se destacar que, na maioria das vezes, o custo da degradação ambiental não é pago por aquele que a gera. A externalidade ambiental, de uma forma geral, satisfaz duas condições: um agente afeta as atividades de consumo ou produção de outra e este impacto não é mediado pelo mercado, constituindo-se em externalidade. Tal externalidade leva a padrões de consumo sem a internalização destes custos ambientais, assim, custos ou benefícios privados diferem dos custos ou benefícios da sociedade (Seroa da Motta, 1998).

A eficiência econômica, portanto, exige a atribuição de preços corretos aos recursos naturais. Na medida em que a ausência de preços adequados para estes bens e serviços impossibilita a alocação eficiente destes recursos, justifica-se a necessidade de sua valoração, para que se possam medir as variações de bem-estar que sua utilização provoca. Dessa forma, a valoração dos recursos ambiental atende às necessidades de adoção de medidas que incentivem o uso e manejo sustentável do recurso.

1.2. Valor Econômico Total do Meio Ambiente

1.2.1. Aspectos Gerais

Como anteriormente mencionado, dadas as características próprias dos recursos ambientais, se faz necessária a estimativa de valores para tais recursos, na medida em que a atribuição de custo zero ao recurso ambiental eleva sua demanda acima do nível de eficiência econômica. Daí a necessidade de medidas que contribuam para a utilização e manejo adequados de tais recursos, na tentativa de evitar sua degradação. Portanto, fica claro que o meio ambiente apresenta valor econômico positivo.

Dada a possibilidade de irreversibilidade da degradação ambiental, os recursos naturais dificilmente criarão seus mercados quando escassos, o que impossibilita a formação de preços adequados e que, de fato, reflitam seus custos e benefícios. Assim, de acordo com Seroa da Motta (1998), o valor econômico dos recursos ambientais deriva-se não somente de seus atributos ligados a sua utilização, mas também daqueles associados ao seu não-uso. A valoração econômica de um recurso natural baseia-se na determinação da

variação do bem-estar das pessoas decorrente de mudanças na quantidade e/ou qualidade de bens e serviços ambientais, com a sua utilização ou não.

A atribuição de um valor zero ao meio ambiente, como o faziam até recentemente, evidencia, em certa medida, que os recursos naturais não possuem preço. Tais recursos seriam gratuitos, por um lado, quando utilizados na produção de bens e serviços, mas não compoem a contabilidade econômica por serem providos pela natureza; e de outro, não seriam mensurados por serem protegidos ou patrimoniais Benakouche & Santa Cruz (1994). Exatamente para excluir estas possibilidades, é feita a atribuição de preço ao meio ambiente, o que envolve a definição de um valor para tais recursos.

1.2.2. Decomposição do Valor Econômico Total do Meio Ambiente

O meio ambiente pode apresentar diversos fatores, de acordo com suas características e funções. A decomposição entre os valores que o ambiente possui por si próprio envolve os valores de uso e os valores intrínsecos. Os primeiros se associam “ao uso efetivo ou potencial que o recurso pode prover, enquanto os valores intrínsecos refletem o valor que reside nos recursos ambientais, independentemente de uma relação com os seres humanos, o qual é captado pelas pessoas através de suas preferências na forma de não-uso do recurso” (Marques, 1995).

A conceituação de valor econômico do meio ambiente partiu, primeiramente, da distinção entre valores de uso e de não-uso. Os primeiros associam-se ao benefício adquirido com a utilização, de fato, dos recursos ambientais direta ou indiretamente. Os valores de não-uso, entretanto, não representam a utilização efetiva presente ou futura do recurso. A estes dois valores foram acrescentados mais dois conceitos.

O valor de existência refere-se àquele expresso pelo indivíduo, não relacionado ao uso presente ou futuro do recurso ambiental, mas apenas à sua existência e é revelado pelos indivíduos através de suas preferências na forma de não-uso. Além deste e do valor de uso efetivo, há também o valor de opção, que envolve as preferências e disposição a pagar pela preservação do recurso ao invés de seu uso presente, ou seja, o valor de opção pode ser obtido pelo benefício potencial futuro advindo do recurso ambiental.

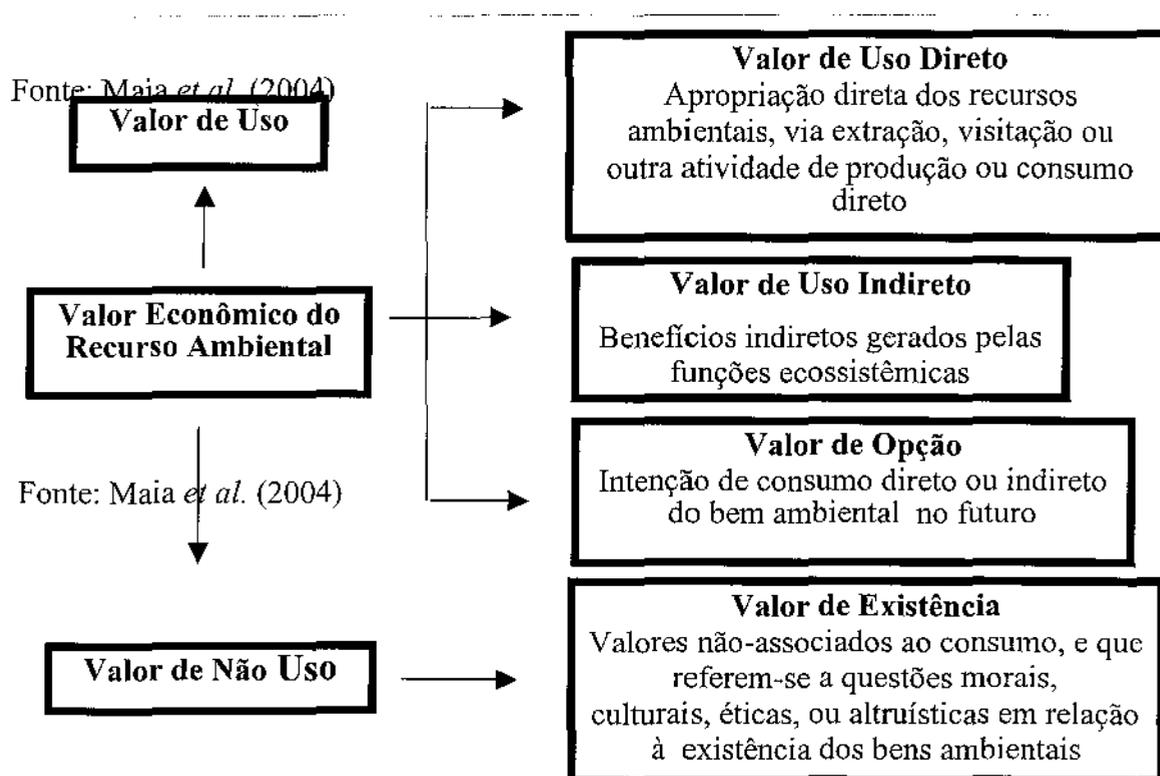
Em síntese, segundo Maia *et al.* (2004), o valor de cada recurso ambiental pode ser obtido em função de seus atributos. Relacionados ao seu valor de uso estão os bens e

serviços ambientais gerados pelo consumo, e associados à própria existência do recurso está o valor de existência. Dessa forma, o valor econômico total do meio ambiente² pode ser expresso da seguinte maneira:

$$\text{VALOR ECONÔMICO DO AMBIENTE} = \text{VALOR DE USO} + \text{VALOR DE OPÇÃO} + \text{VALOR DE EXISTÊNCIA}$$

De acordo com Marques (1995), houve, de certa forma, um avanço na literatura econômica no que toca ao conceito de valor econômico do meio ambiente, como a incorporação dos conceitos de valor de existência e de opção ao de uso direto e indireto, na tentativa de evidenciar as peculiaridades apresentadas pelo meio ambiente como provedor de bens e serviços econômicos.

Figura 1. Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental



Fonte: Maia *et al.* (2004).

² Para melhor compreensão deste conceito, ver Figura 1.

1.3. Métodos de Valoração Econômica do Meio Ambiente

Com o objetivo de estimar os impactos causados pela erosão, nas terras paulistas, do ponto de vista econômico, fez-se necessária a escolha de determinada região agrícola que, a partir dos valores físicos, permitisse o cálculo monetário das perdas de terras. O uso de Bacias Hidrográficas como unidades de planejamento ambiental amplamente utilizado neste trabalho também foi estimulado pela divisão do Estado de São Paulo em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos. As Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) resultam da divisão adotada, para o Estado de São Paulo, pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (2000), na tentativa de proporcionar uma gestão descentralizada dos recursos hídricos em nível regional e municipal adotando-se, dessa forma, as bacias hidrográficas como unidade de gestão e sendo, portanto, cada Unidade composta pelas bacias hidrográficas dos rios que a compõe. A opção pelas UGRHIs do Pardo, Baixo Pardo-Grande e Mogi-Guaçu, já justificada acima, evidencia a necessidade de se coletar dados suficientes sobre estas regiões, a fim de que sua caracterização mostre, de fato, os problemas a serem analisados.

De uma forma geral, os bens e serviços ambientais não são transacionados no mercado, uma vez que suas peculiaridades, como indefinição dos direitos de propriedade e livre acesso, não permitem a fixação de um preço para a utilização de tais recursos. Além dessas características, as externalidades resultantes dos processos de produção e consumo associados ao meio ambiente também não são refletidas pelos preços de mercado dos bens e serviços ambientais. Assim, o valor econômico total do meio ambiente dificilmente é refletido pelas relações de mercado. Portanto, na ausência destas relações e na tentativa de obtenção de estimativas para a valoração dos recursos ambientais, desenvolveram-se algumas técnicas de valoração econômica do meio ambiente (Marques, 1995).

A partir destes conceitos várias técnicas foram desenvolvidas para o cálculo do valor monetário do meio ambiente, no entanto, a maioria delas somente permite estimativas isoladas referentes ao valor de uso, valor de opção e valor de existência. Tal circunstância é resultado do fato de que “uma característica típica de muitos recursos naturais é que eles ensejam valores diferentes derivados de diferentes serviços que o mesmo ativo proporciona” (Marques, 1995).

Existe na literatura uma série de métodos para a valoração do meio ambiente. Entretanto, o consenso a respeito da eficiência de um método em relação a outro ainda está por vir, dada a dificuldade de se estimar com precisão o preço real de um bem ou serviço ambiental. Ainda assim, o ponto de partida de tais métodos é o mesmo: a racionalidade econômica, na medida em que os agentes econômicos buscam maximizar seu bem-estar a partir de suas escolhas (Maia *et al.*, 2004).

Os métodos de valoração econômica são classificados em diretos e indiretos. Os diretos captam as preferências das pessoas através de mercados hipotéticos para obter a disposição a pagar dos indivíduos pelo recurso ambiental e apóiam-se em informações de mercados existentes ou construídos para tal propósito. São eles: valoração contingencial, custo de viagem e preço hedônico. Entre os indiretos, pode-se citar: método da produtividade marginal e o mercado de bens substitutos, composto por custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade (Maia *et al.*, 2004).

Os métodos de mercado de bens substitutos são importantes quando a variação da função de produção, embora afetada pelo recurso ambiental, não oferece preços observáveis no mercado. Embora a provisão do recurso seja gratuita, a diminuição de sua qualidade ou escassez pode levar ao uso de bens substitutos, aumentando a demanda por estes bens. A variação do recurso ambiental será valorada pelo preço de seu substituto no mercado (Seroa da Motta, 1998).

Deve-se considerar, porém, que os valores obtidos por estes métodos são, na maioria das vezes, subestimados, uma vez que consideram apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais, deixando-se de lado os valores de opção e de existência. Aponta-se que a captação de tais valores se dá quando da utilização do método de valoração contingencial. Além disso, dadas as complexidades e peculiaridades apresentadas pelos recursos ambientais, existe uma dificuldade em obter substitutos perfeitos. (Maia *et al.*, 2004).

1.3.1. Método do Custo de Reposição

Os estudos relativos à valoração econômica dos danos causados pelas perdas de solo agrícola têm-se baseado no método de custo de reposição dos nutrientes perdidos pelo processo de erosão. Os métodos econômicos correspondentes implicam em efetuar a

equivalência das perdas de solo e água, biodiversidade e de outros recursos ambientais e naturais (UNICAMP, 2002).

Portanto, o método de valoração econômica dos recursos ambientais a ser utilizado no presente trabalho consiste no método de custo de reposição. Este é um método indireto, no qual a estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental será dada pelos gastos necessários para a reposição ou reparação após este bem ou serviço ambiental ser danificado. Essas estimativas baseiam-se em preços de mercado para repor ou reparar o recurso danificado, com o pressuposto de que este recurso possa ser devidamente substituído (Maia *et al.*, 2004).

O processo erosivo será focado nesta pesquisa a partir dos danos ambientais, considerando-se a forma de impactos internos (*on site*) ao local de origem. Levando-se em conta as dificuldades de mensuração dos impactos da erosão, a estimativa do valor econômico destes impactos através de métodos de valoração, como o custo de reposição, neste caso, se mostra como um importante meio para tal objetivo. (Marques, 1998).

No Brasil, a valoração econômica dos impactos resultantes do processo erosivo à área cultivada restringe-se à quantidade física e monetária do volume de solo erodido e o equivalente em fertilizante, referente aos nutrientes do solo perdidos com a erosão (Bastos Filho, 1995). Dessa forma, a valoração econômica dos impactos causados pela erosão do solo agrícola, no presente projeto de pesquisa, será feita através do método de custo de reposição, o qual “utiliza as necessidades em termos de nutrientes de acordo com o tipo de cultura de solo, para avaliar economicamente os solos perdidos, utilizando-se os preços dos fertilizantes” (Marques, 1998).

Com o objetivo de se estimar os valores monetários dos impactos ambientais resultantes do processo erosivo, a variável preço mostra-se importante para estas estimativas. Dessa forma, o método a ser utilizado é fortemente sensível à trajetória dos preços dos nutrientes e, portanto, grandes oscilações destes preços de mercado não necessariamente refletem grandes alterações ambientais. (Marques, 1998). O valor a ser estimado destes danos ambientais pelo método de custo de reposição pode ser interpretado como o custo mínimo de reposição dos nutrientes perdidos pelo solo (Michellon, 2002). “Assim, o valor monetário da perda física do solo é obtido transformando-se o valor de nutrientes perdidos em equivalente de fertilizantes (a partir do teor de nutrientes declarado

na formulação do adubo). A valoração, propriamente dita, é feita utilizando-se os preços de mercado destes fertilizantes” (Bastos Filho, 1995).

Mas os valores a serem estimados pelo custo de reposição estarão abaixo dos custos reais trazidos pelo processo erosivo à sociedade. Existem outras perdas significativas a serem estimadas, como o valor de existência e o valor de opção do solo, os quais estão além dos valores dos nutrientes perdidos, e não apenas o valor de uso do recurso solo (Michellon, 2002). Este fato decorre de que, na maioria das vezes, “não é possível estimar separadamente as parcelas correspondentes ao valor de uso, valor de opção e valor de existência; isto porque uma característica típica de muitos recursos naturais é que eles ensejam valores diferentes derivados de diferentes serviços que o mesmo ativo proporciona” (Marques, 1995).

Bastos Filho (1995) faz algumas considerações com relação à utilização deste método. Em primeiro lugar, as perdas consideradas por este método, causadas pelo processo erosivo não envolvem apenas a retirada de nutrientes. Outros fatores não são captados por este método devido à dificuldade de mensuração, como a redução da capacidade de retenção de água pelo solo e o material orgânico que é retirado. Em segundo lugar, o autor ressalta que, neste método, todo o nutriente perdido deve ser repostado. Entretanto, o solo perdido pela erosão possui um teor de nutrientes maior que o solo original, já que a camada superficial removida apresenta maior concentração de matéria orgânica e de nutrientes; assim, a reposição deveria ser feita levando-se em conta a diferença entre o que foi perdido e a tolerância de perda de nutrientes do solo.

1.4. A Atividade Agrícola e o Meio Ambiente

1.4.1. Considerações Gerais

As intervenções antrópicas sobre o meio ambiente sejam elas agrícolas, urbanas ou industriais, podem ser enfocadas a partir das diversas formas de uso do solo. Essas intervenções antrópicas, caracterizadas como atividades econômicas, normalmente resultam em alterações sobre o meio ambiente e, neste sentido, necessitam ser planejadas e executadas sob a ótica da preservação ou conservação ambiental, para que não impliquem em conseqüências degradadoras dos recursos naturais e ambientais.

A atividade agrícola, uma atividade antrópica e econômica, produz não somente bens para o atendimento das necessidades humanas, mas também resíduos prejudiciais ao meio ambiente. Estes resíduos resultantes da agricultura podem ser divididos em dois grupos: os sedimentos propriamente ditos, resultado do processo erosivo do solo e os resíduos de agroquímicos, resultado do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, que podem contaminar os recursos hídricos quando levados pelas águas. Portanto, tais resíduos, ao impactar outras atividades econômicas, constituem-se em externalidades geradas pela produção do setor agrícola (Marques, 1995).

Muitos dos impactos ambientais advindos da agricultura estão relacionados com a tecnologia de produção baseada no que se convencionou chamar de Revolução Verde – uso intensivo de insumos industrializados, mecanização, sementes de alta resposta ao uso de fertilizantes, irrigação etc. A necessidade crescente de aumentos de produtividade e da elevação da rentabilidade econômica das culturas agrícolas, a partir de modelo da Revolução Verde passou a exigir crescente utilização de máquinas, fertilizantes e agrotóxicos.

Assim, segundo Ehlers (1999), o modelo agrícola atual, adotado a partir da segunda metade do século XX, denominado “Revolução Verde”, consolidou um modelo de produção intensivo na produtividade dos fatores conseguidos através do progresso tecnológico e do desenvolvimento de fertilizantes químicos, agrotóxicos, seleção de sementes e a intensa mecanização da agricultura.

Por outro lado, este modelo agrícola, nas duas últimas décadas, tem sido amplamente questionado do ponto de vista ecológico e econômico. Os impactos deste padrão tecnológico são evidenciados por desequilíbrios ecológicos que, cada vez mais, alertam os órgãos públicos e implicam em menor eficiência econômica desta mesma modernização (Romeiro & Salles Filho, 1997).

Percebe-se, portanto, que a atividade agrícola acarreta impactos ao meio ambiente que não podem ser ignorados (ver figura 2). Dentre estes problemas, a erosão é um processo que se mostra cada vez mais agravado pela agricultura, causando a perda de solos e, conseqüentemente, a contaminação de recursos hídricos e assoreamento de mananciais. Além destes problemas, a erosão do solo agrícola reduz, sistematicamente, a produção e

produtividade da terra cultivada, trazendo, assim, impactos ambientais e econômicos (Carpí Junior, 2001).

1.4.2. A agricultura no Brasil e no Estado de São Paulo: um breve relato³

Nos últimos trinta anos, o modelo agrícola brasileiro sofreu mudanças significativas na sua forma de produção, respondendo positivamente ao elevado crescimento populacional e ao aumento da renda per capita. Esses dois fatores resultaram em grande aumento da demanda por produtos agrícolas. Esta demanda foi atendida, pela agricultura brasileira, basicamente, de duas formas: por meio da incorporação de novas áreas de plantio e pelo expressivo aumento da produtividade da área já cultivada. Neste processo de modernização da agricultura brasileira, o governo federal teve papel de destaque, através dos serviços de extensão rural (sistema EMBRATER – Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural), da pesquisa agrícola (sistema EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, criada em 1973) e das políticas de crédito subsidiado para a compra de máquinas e implementos, sementes melhoradas e insumos químicos.

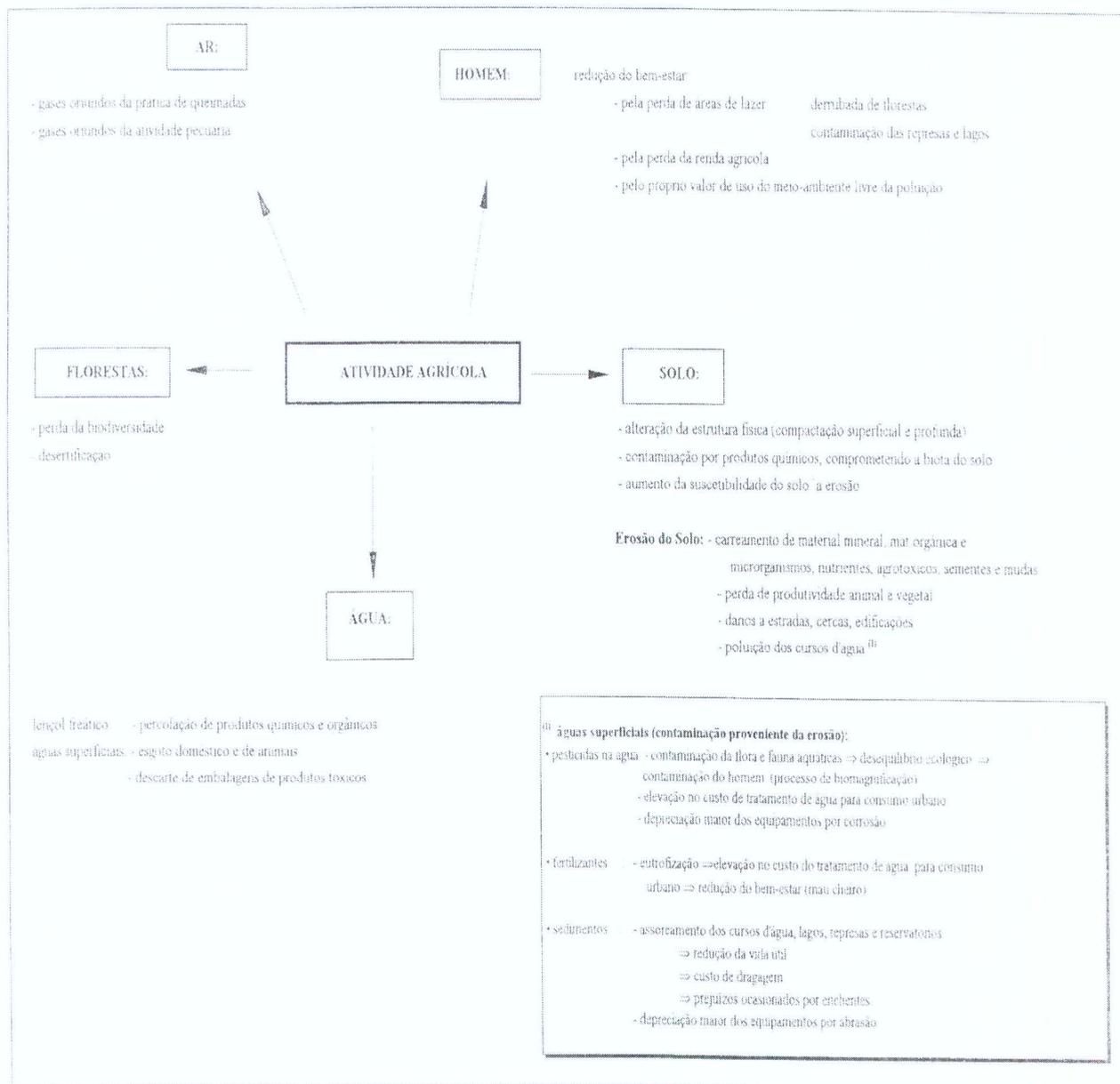
Este mesmo processo também foi observado no Estado de São Paulo. As instituições de pesquisa e extensão do Estado (Instituto Agrônomo de Campinas, Instituto Biológico, etc., e a CATI por meio das Casas da Agricultura) foram fundamentais para a consolidação da agricultura moderna paulista. Tal processo foi consequência imediata da urbanização e industrialização generalizadas pelo interior paulista, no começo dos anos setenta, consolidando a relação entre a agricultura e o setor industrial.

A década de oitenta se configurou, para a economia brasileira assim como para muitos países em desenvolvimento, como um período de crise econômica que exigiu fortes ajustes recessivos, devido a fatores associados tanto ao cenário econômico internacional quanto a fatores internos. Dentre este conjunto de fatores determinantes, pode-se citar a elevação do preço internacional do petróleo com seus reflexos na economia interna, o aumento das taxas de juros internacionais, o que reduziu os fluxos de investimentos estrangeiros e aumentou expressivamente as dívidas interna e externa brasileira, e a elevação da inflação. Mesmo considerando-se a conjuntura adversa da economia - que levou a uma forte redução do volume de crédito para comercialização, custeio e investimentos na agricultura, resultado da necessidade de contenção de gastos por parte do

³ Este tópico apóia-se na obra de Bastos Filho (1995).

setor público brasileiro - a agricultura brasileira apresentou, nesta década, expressivo crescimento, resultado do processo de modernização iniciado em anos anteriores. Bastos Filho (1995) mostra que, em termos do produto físico real, o crescimento acumulado da agricultura brasileira foi de 33,17% contra 21,16% para a economia como um todo ao final de 1989.

Figura 2. Esquema ilustrativo do impacto da atividade agropecuária sobre o meio ambiente



Fonte: Bastos Filho (1995).

No que toca ao Estado de São Paulo, este mesmo processo de modernização foi responsável pela mudança de composição da produção na direção de produtos de maior valor agregado, o que impactou negativamente com a ocupação desordenada do território. A necessidade de geração de saldos exportadores positivos deslocou as culturas de mercado

interno para áreas menos apropriadas, o que implicaria na aceleração da degradação dos recursos naturais nas terras paulistas.

Em relação à década de 90, é preciso levar em conta o comportamento da atividade agrícola brasileira considerando-se as mudanças ocorridas na economia nacional. A expressiva modificação da estratégia econômica brasileira – tendo como pano de fundo a implementação do Plano Real – através da abertura econômica, nos aspectos comercial, tecnológico, financeiro e de investimentos, caracterizou uma maior inserção brasileira na economia internacional. O país deixou de ser uma economia fechada, apoiada no modelo de substituição de importações, para uma economia aberta. Neste contexto foram colocadas em prática uma política monetária de juros elevados e uma política de câmbio sobrevalorizado artificialmente, na tentativa de controle da inflação através da âncora cambial⁴.

Para o melhor entendimento dos impactos do Plano Real sobre a atividade agropecuária nacional, vale ressaltar a coexistência de três diferentes grupos (ACTIONAID, 2001).

- Produtos de comércio exterior ou comercializáveis no mercado internacional: os principais produtos exportados são soja e derivados, café, açúcar, fumo, laranja/suco, cacau, carnes bovina e de frango. Importa-se grandemente trigo, algodão e leite. A determinação dos preços internos desses produtos é influenciada diretamente pelo câmbio, pelos custos internos de comercialização e pelos preços internacionais.
- Produtos de mercado interno ou não-comercializáveis internacionalmente em maior escala: produtos como tomate, batata, algumas frutas e verduras, bem como os que apresentam pouca demanda internacional, como é o caso do feijão e da mandioca. Os preços desses produtos são determinados por variáveis ligadas à oferta e demanda domésticas, tendo, portanto, a taxa de câmbio efeito indireto.
- Produtos de mercado interno que são comercializáveis no mercado internacional: aqui se faz referência a produtos com os quais o Brasil tem pouca ou nenhuma

⁴ Discussões mais profundas a respeito do Plano Real fogem do escopo do presente trabalho. Por isso, será feita aqui uma breve passagem apenas a título de mencionar os efeitos do plano de estabilização sobre a atividade agrícola brasileira na década de 90.

competitividade no mercado internacional, como milho, arroz e suínos. Seus preços são diretamente afetados pela taxa de câmbio e pelos preços internacionais.

Considerando-se essa divisão, percebe-se que a estratégia econômica brasileira nos anos 90 não se limitou à liberalização comercial (no que toca à redução de tarifas de importação de produtos e insumos agropecuários), mas devem ser levadas em conta as políticas monetária, fiscal e cambial, além do que, diferentes políticas agrícolas que também foram implementadas ao longo do período.

O processo de liberalização comercial, iniciado em 1990, reduziu enormemente as tarifas de importação de produtos agroindustriais, valores estes chegando a zero no Mercosul. Este movimento, aliado à valorização cambial, implicou em menores preços de insumos importados ou mesmo similares nacionais como efeito da concorrência que se estabeleceu. Este processo favoreceu sobretudo as importações de insumos convencionais – como fertilizantes e defensivos agrícolas – como também possibilitou a importação de uma grande variedade de máquinas e implementos agrícolas, de última geração, além de vacinas e medicamentos (ACTIONAID, 2001).

Por outro lado, o que se viu foi a redução acentuada dos preços recebidos pelos produtores nacionais. Este processo também foi afetado pela estabilização da economia, na medida em que a valorização do câmbio reduziu os preços dos produtos importados no mercado interno e diminuiu a competitividade dos produtos exportáveis, e a elevação da taxa de juros aumentou os custos de produção, culminando em uma redução da renda fundiária (Fernandes Filho, 1998 citado em Fernandes Filho *et al.*, 1999). Assim, os produtores agrícolas foram severamente prejudicados pelo processo de abertura comercial e integração econômica, e pela valorização cambial, tendo quedas significativas em suas receitas.

No que toca à implementação de políticas agrícolas, Belik e Paulillo (2001) mostram que, além das mudanças comerciais e financeira ocorridas na década de 90 na economia brasileira, o processo de desmonte do Estado diminuiu seu poder de regulação sobre as atividades econômicas em geral e, em particular, sobre a agricultura (garantia de preços mínimos, estoques reguladores, redução do volume e encarecimento do crédito agropecuário) deixando esta e o agronegócio distantes de políticas preferenciais, diferentemente do período de modernização compulsória da economia.

Durante o período também foi observado um processo de intensificação tecnológica com a utilização de insumos modernos e o aumento da mecanização no manejo do solo. Além disso, houve um maior aprofundamento da relação agricultura-indústria nos segmentos rurais mais modernos, com destaque para a agroindústria na atividade agrícola brasileira e a maior especialização e diferenciação econômica e social dentro do setor agrícola. Outras transformações são verificadas na modificação do padrão de comercialização e na produção de alguns produtos agrícolas destinados ao consumo *in natura*, no crescimento de terceirização de alguns trabalhos agrícolas, além do aumento do emprego não-agrícola para pessoas não residentes do meio rural, entre outros efeitos (Cardoso 1998).

A dinâmica da agricultura brasileira se alterou significativamente ao longo da última década, com transformações e aumento do grau de modernização, mesmo com condições macroeconômicas adversas. Entretanto, não se pode deixar de lado as conseqüências deste cenário, na medida em que a condução da política econômica afetou o setor agrícola de modo a produzir efeitos negativos, sendo o mais expressivo a redução de sua rentabilidade devido à queda dos preços, processo já mencionado.

Percebe-se, dessa forma, que a modernização da agricultura brasileira ao longo dos últimos trinta anos foi, sem dúvida, um marco para a atividade agrícola brasileira, no sentido de aumento da produtividade para atender ao crescimento acelerado da demanda, resultado do aumento populacional e de renda. Entretanto, todo este processo impactou de forma negativa o meio ambiente, com a crescente degradação dos recursos naturais, principalmente, solo e água, e com os efeitos negativos, oriundos do uso de agrotóxicos e agroquímicos. As conseqüências da intensificação do uso de máquinas agrícolas são, por exemplo, compactação e outras alterações na estrutura do solo, colaborando para o processo erosivo. A erosão decorrente prejudica também a agricultura, já que implica em perdas de nutrientes e falhas no terreno, atrapalhando a ação de máquinas, elevando os custos de produção e diminuindo a lucratividade. Esta situação tem levado a uma intensificação do processo produtivo e desencadeado um ciclo de degradação da própria área cultivada, além de provocar grandes perdas de solo que vão impactar outras atividades, principalmente, por meio dos recursos hídricos.

1.5. A Erosão do Solo Agrícola

A problemática erosiva é, sem dúvida, de extrema importância. Sabe-se que grande parte das terras cultivadas está perdendo gradativamente parte de seu solo, devido aos meios de cultivo e manejo inadequados. As terras erodidas perdem sua capacidade de produção e, cada vez mais, isso se torna um problema que exige sua completa identificação para a busca de reparações da degradação dos recursos naturais que a agricultura proporciona.

A erosão tem sua origem no passado, assim como a agricultura, e seus processos são interdependentes na medida em que grande parte deles resultou da introdução de novas culturas e novos métodos de cultivo. Citado por Carpi Junior (2001), Barrow (1994) evidencia que a degradação do solo tem ocorrido em um ritmo muito intenso. Segundo suas estimativas, desde os últimos 7000 anos, com grande parte das pessoas dependendo da agricultura sedentária, 430 milhões de hectares de terras de cultivo e criação vem sendo degradadas⁵.

O conhecimento acerca dos impactos da gota de chuva em um terreno descoberto, como principal causa da erosão do solo pela água, se deu há apenas trinta anos. Dessa forma, evidenciou-se que a cobertura vegetal contribui amplamente para a proteção do solo contra os impactos da gota de chuva (Bertoni & Lombardi Neto, 1995). O processo erosivo impede, gradualmente, o uso e ocupação do solo. Com seu desgaste, o homem busca terras mais produtivas e, quando isto se torna inviável, produz cada vez menos, porém com mais trabalho.

No caso brasileiro, a ocupação e o povoamento do território apresentam peculiaridades devido às condições geográficas e ecológicas. O Brasil, apesar de possuir grande quantidade de terra, seu clima subtropical e tropical, aliado a problemas topográficos em muitas áreas, apresenta solos de difícil cultivo e efêmera fertilidade (Bertoni & Lombardi Neto, 1995). As regiões tropicais do planeta, exatamente onde a maior parte do território brasileiro se encontra, apresentam de forma mais intensa processos erosivos, devido a maior presença de áreas úmidas (Carpi Junior, 2001).

⁵ Barrow (1994), citado em Carpi Junior (2001), define o termo degradação do solo como a “redução da atual ou futura capacidade do solo em produzir, em termos de quantidade e qualidade, bens e serviços”.

Embora haja uma enorme disponibilidade de áreas cultivadas e a cultivar, a intensa atividade agrícola nas áreas já ocupadas tem impactado de forma negativa os recursos naturais, entre eles o solo e a água e também aqueles ambientes construídos pelo homem. Segundo Bertoni & Lombardi Neto (1995), há uma tendência entre os agricultores brasileiros em considerar como inesgotáveis as riquezas e a fertilidade original de suas terras, o que tem levado, na maioria das vezes, à agricultura tipicamente de exploração. No Brasil, isto ocorre, primordialmente, nas áreas de fronteiras ao passo que, nas áreas já ocupadas, a erosão resulta de práticas inadequadas de agricultura.

1.5.1. Fatores que Influem no Processo Erosivo

Para Bertoni & Lombardi Neto (1995), o solo é um recurso básico, fundamental para a existência dos seres vivos, na medida em que suporta toda a cobertura vegetal do planeta e se mostra como grande fonte de energia. Os fatores que influem na sua formação englobam reações químicas que alteram a composição das rochas e dos minerais, forças biológicas e forças físicas que levam à desintegração das rochas.

A formação do solo e a erosão são processos dinâmicos e que envolvem um equilíbrio natural. O processo erosivo, neste caso, é tido como normal. Entretanto, quando o equilíbrio é desfeito devido à intensificação da erosão, a regeneração natural do solo é mais lenta do que o restabelecimento do equilíbrio, o que leva a perda de camadas de solo (Marques, 1995). A erosão é resultado de uma série de fatores, como a declividade e comprimento do declive do terreno e a capacidade de absorção de água do solo, as características da chuva, a resistência do solo à erosão e a densidade da cobertura vegetal.

Bertoni & Lombardi Neto (1995) definem alguns dos mais importantes fatores. A chuva se mostra como um dos mais importantes fatores climáticos responsáveis pelo processo erosivo. A intensidade da chuva é o aspecto mais relevante para a erosão e as gotas de chuva alteram a estrutura do solo de três formas, seja pelo desprendimento de partículas de solo; pelo transporte, por salpicamento, das partículas desprendidas ou porque imprimem energia à água superficial.

Outra força que contribui para o processo erosivo é a infiltração, ou seja, a movimentação da água no interior da superfície do solo. Quanto maior a capacidade de infiltração do solo, menor é a intensidade de enxurrada na superfície e, portanto, menor a

erosão. Dessa forma, percebe-se a importância da cobertura vegetal do solo, na medida em que um solo desprotegido, quando atingido por uma chuva intensa, tem sua capacidade de infiltração reduzida, aumentando o processo erosivo. Por outro lado, solos com boa cobertura vegetal apresentam maior permeabilidade, o que aumenta a infiltração e, conseqüentemente, reduz a erosão.

Portanto, é evidente que a cobertura vegetal também se mostra como uma defesa natural do terreno em relação à erosão. Bertoni & Lombardi Neto (1995) definem os seguintes efeitos da cobertura vegetal: “1. proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; 2. dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; 3. decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água; 4. melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; 5. diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície”.

Além da chuva, da infiltração e da cobertura vegetal, a topografia do terreno também exerce influência no processo de erosão do solo. A topografia do terreno consiste na declividade e no comprimento do lançamento, assim a quantidade e o tamanho das partículas de solo arrastadas pela água dependem da velocidade de escoamento da enxurrada, o que depende do comprimento do lançamento e da declividade do terreno (Bertoni & Lombardi Neto, 1995).

A natureza do solo também altera o equilíbrio natural do processo erosivo, seja através das propriedades físicas (estrutura, textura, permeabilidade e densidade) ou químicas e biológicas do solo. Mesmo com a chuva, segundo Bertoni & Lombardi Neto (1995), a topografia e a cobertura vegetal, as peculiaridades físicas e químicas de cada solo implicam em diferentes resistências às enxurradas. O tamanho das partículas, ou a textura do solo, e a estrutura (modo como se arranjam as partículas) influem diretamente na quantidade de solo arrastado pela erosão.

Estes mesmos autores ressaltam a ação antrópica como fator de intensificação do processo erosivo, principalmente pela atividade agrícola. A ação do homem, no que toca ao processo erosivo, se manifesta de diversas formas. A queimada ou retirada de restos de cultura resulta em redução de matéria orgânica do solo, importante para a estrutura da terra. A utilização de máquinas e equipamentos, por outro lado, leva à compactação do solo.

O manejo do solo pelo homem também reflete alguns problemas. Nas culturas temporárias, por exemplo, a erosão é resultado do uso intensivo de máquinas, grande tendência à monocultura e pouca percepção das condições ideais para o preparo e movimentação excessiva do solo. Nas culturas perenes, o processo erosivo é intensificado também pela grande mecanização, com alteração da estrutura do solo e redução da capacidade de infiltração. E no caso dos reflorestamentos, a erosão é resultado da intensa movimentação dos solos e da utilização de solos altamente suscetíveis e em topografia acentuada (CBH-MOGI, 1999).

Pode-se citar também outros fatores que têm colaborado para a intensificação da erosão. Entre eles, a divisão física inadequada das propriedades; a construção de estradas mal planejadas, sem considerar os recursos hídricos e sem estruturas protetoras; a baixa produtividade; a erodibilidade do solo, ou vulnerabilidade à erosão, consequência direta das propriedades de cada solo; tolerância de perda de solo, isto é, quantidade de solo que pode ser perdida por erosão, entre outros (Bertoni & Lombardi Neto, 1995).

1.5.2. Tipos de Erosão do Solo

A erosão geológica ou natural é um processo normal na modificação da crosta terrestre, perceptível apenas com o passar de muitos anos. Este tipo de erosão se mantém em equilíbrio com o processo de formação do solo, e resulta da interação de fatores naturais climáticos, topográficos e biológicos (Bastos Filho, 1995).

A erosão antrópica que depende da ação do homem pode ser devido a aceleração da ação da água – erosão hídrica e do vento – erosão eólica, esta última pouco comum no Brasil.

A erosão hídrica, de grande ocorrência no território brasileiro, se manifesta de várias formas. O processo erosivo causado pela água apresenta os seguintes tipos: i) erosão pelo impacto da chuva: as gotas de chuva golpeiam o solo reduzindo-o a partículas menores e, conseqüentemente, diminuindo a capacidade de infiltração de água da terra; ii) erosão laminar: é considerada a forma mais danosa de erosão por ser a menos perceptível, removendo as camadas mais finas, exatamente onde se encontra a parte mais ativa e de maior valor do solo, impactando, portanto, na fertilidade; iii) erosão em sulcos: é resultado de pequenas irregularidades na declividade do terreno que contribuem para aumentar a

velocidade e o volume da enxurrada, formando riscos no solo. Inicialmente, os sulcos podem ser removidos com o preparo normal do solo. Porém, quando em um estágio mais avançado, a profundidade que atingem atrapalha o trabalho das máquinas. Este tipo de erosão é comum, principalmente, em terrenos de elevada declividade; iv) voçorocas: é resultado de grandes concentrações de chuvas que, ano após ano, aumentam os sulcos já existentes através do deslocamento de grandes quantidades de solo, ocasionando a formação de cavidades extensas e profundas; v) deslocamentos de grandes massas de solo, consequência de cortes na base de morros bastante inclinados (Bertoni & Lombardi Neto, 1995).

1.5.3. Os Impactos Ambientais da Erosão

A erosão agrícola do solo, que tem por origem as ações desenvolvidas pelo conjunto de agricultores, na medida em que vai impactar a ação de outros agentes econômicos e não passa pela esfera do mercado, se configura, do ponto de vista econômico, como uma externalidade. O processo erosivo, como explicitado na seção anterior, é causado por uma série de fatores, mas agravado, principalmente, pela ação do homem no manejo inadequado do solo para sua utilização na agricultura. Os impactos causados pela erosão do solo podem ser divididos em duas categorias: aqueles referentes à propriedade agrícola, denominados *on farm*, *on site*, intrínsecos ou internos e os impactos que estão além da unidade agrícola, chamados de *off farm*, *off site*, extrínsecos ou externos.

Inicialmente, a unidade produtiva da qual faz parte o terreno erodido é a primeira a sofrer os impactos intrínsecos. Reflexo do carreamento de partículas físicas e de material orgânico e inorgânico pelas enxurradas, um dos resultados diretos do processo erosivo é a redução da produtividade da terra. Assim, tomando-se somente as perdas de terra pela erosão, a quantidade produzida de um determinado produto agrícola por unidade de área pode decrescer ao longo do tempo sem considerar a reposição da perda de fertilização natural (Marques 1995). As terras se tornam menos produtivas em função de quatro razões: perda de estrutura de solo, perda da matéria orgânica, perda dos elementos nutritivos e perda de solo.

Esta diminuição da produtividade da terra erodida implica, conseqüentemente, em maiores custos de produção, através da maior utilização de fertilizantes artificiais, devido à

perda de nutrientes, pelas sementes e mudas perdidas e até mesmo pela perda direta de renda devido à redução da produtividade (Bastos Filho, 1995).

A erosão também implica, segundo Bertoní & Lombardi Neto (1995), em menor qualidade da cultura. Quando o solo perde nutrientes devido ao processo erosivo, a produção é menor e também as culturas crescem com baixa qualidade e apresentam, algumas vezes, menor teor nutritivo.

A erosão também impacta de forma negativa o valor de mercado da terra cultivada. O preço da terra deve ser coerente à sua inferioridade e, conseqüentemente, menor qualidade, na medida em que perde nutrientes, exige maiores custos com fertilizantes, possui menor produtividade, dificultando o manejo e a utilização da terra, além de provocar alterações na estrutura do terreno (Marques, 1995).

Dentre os impactos extrínsecos causados pela erosão do solo agrícola, destaca-se o assoreamento dos rios que implica em modificações na dinâmica fluvial e afeta também a disponibilidade de água para o homem, além de gerar problemas de abastecimento e de produção de energia (Carpi Junior, 2001). Outro impacto *off site* resultado do processo erosivo é a possibilidade de ocorrência de contaminação dos recursos hídricos e até mesmo do homem, quando juntamente com as partículas de solo há o escoamento de resíduos de agroquímicos utilizados na produção agrícola.

Dessa forma, percebe-se que a atividade agrícola, além de fornecer ao homem uma imensa gama de bens essenciais, gera também impactos negativos que, associados à dinâmica da própria natureza, dificultam a continuidade da produção agrícola nos moldes como esta se encontra hoje.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Como já mencionado anteriormente, o Estado de São Paulo passou por um elevado dinamismo econômico e desconcentração industrial na direção do interior durante a década de setenta. Já os anos oitenta foram marcados pela tendência à estagnação econômica. Em contrapartida, o setor agropecuário obteve um bom desempenho neste período, principalmente no interior do Estado em regiões de agricultura moderna, resultado do esforço exportador. Merecem destaque no Estado de São Paulo, no que toca ao valor e à área, as culturas de cana-de-açúcar, soja, laranja e milho e, em menor escala, o café (CRH, 2000).

O Estado de São Paulo teve grande parte de sua vegetação natural destruída, consequência direta da agricultura apoiada no uso intensivo do território paulista e aumento da utilização de maquinaria agrícola na tentativa de aumento da produtividade, evidência direta de como a ação antrópica pode levar a processos erosivos. Este quadro é agravado pelas especificidades das terras paulistas, das quais 60,2% são altamente suscetíveis à erosão quando cultivadas. Sabe-se também que cerca de 62% do solo paulista é utilizado para agricultura. O processo erosivo acarreta para o Estado uma perda de 194 milhões de terras férteis por ano, resultado do crescimento acelerado da mecanização agrícola. (Carpi Junior, 2001).

O uso e manejo inadequados das terras nestas regiões têm provocado sua degradação, evidenciada pela erosão e compactação dos solos. O uso de maquinaria pesada e o excessivo número de operações desnecessárias acarretam a pulverização excessiva da estrutura superficial do solo, o que facilita o transporte de partículas pelo escoamento superficial. Além disso, os solos paulistas contam com o uso intensivo de aplicações de corretivos e fertilizantes, o que pode levar ao aumento ou diminuição dos nutrientes do solo (CBH-MOGI, 1999).

A expressão mais evidente do processo erosivo no Estado de São Paulo é a voçoroca, ou seja, formação de cavidades grandes em extensão e profundidade. De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (CRH, 2000), estima-se que existam cerca de sete mil voçorocas nas terras paulistas, o que representa cerca de 20% do orçamento do Estado para obras corretivas de estabilização dessas voçorocas. Para completar este quadro, aproximadamente 80% das terras cultivadas no

Estado passam por processos erosivos além dos limites de recuperação natural do solo (CRH, 1990). Estes 80% de área cultivada representam quinze milhões de hectares de terras paulistas sofrendo com o processo erosivo acima dos limites de tolerância, isto é, quantidade de solo que pode ser perdida pela erosão mantendo capacidade produtiva ao longo do tempo (Bellinazzi Junior *et al.*, 1981). Estudos realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, de acordo com Bastos Filho (1995), mostraram que as tolerâncias de perda de solo no Estado de São Paulo variam de 4,0 a 15,0 t/ha/ano.

O problema da erosão fica ainda evidente no Estado de São Paulo quando se olha para a área mínima a ser ocupada com reflorestamento e mata nativa. Para as terras paulistas, esta área mínima deveria ser de aproximadamente quatro milhões de hectares. Em 1991, esta área não passava de três milhões de hectares, ou seja, havia um milhão de hectares expostos à erosão, fora de sua capacidade de uso (Bastos Filho, 1995).

Com esses dados, percebe-se a importância que assumem estudos e pesquisas a respeito da erosão no Estado de São Paulo. A perda anual de solo no território paulista representa cerca de 25% da perda sofrida no Brasil inteiro, o que pode ser explicado pela grande intensidade da agricultura paulista (Bertoni e Lombardi Neto, 1995).

2.1. A Bacia Hidrográfica

A caracterização do meio físico tem como principal objetivo fornecer elementos para a avaliação das potencialidades dos recursos ambientais, bem como das fragilidades dos sistemas naturais e a presença de áreas degradadas. A bacia hidrográfica é uma unidade ecossistêmica e morfológica que integra os impactos das interferências do homem sobre os recursos hídricos. É um sistema aberto que recebe energia pela atuação do clima e dos agentes locais e elimina fluxos energéticos pela entrada e saída de água, sedimentos e materiais solúveis. Em função das mudanças de entrada e saída de energia ocorrem ajustes internos nos elementos e nos processos associados (CBH-BPG, 2000).

A bacia hidrográfica une os impactos das interferências humanas sobre os recursos hídricos. Alterações significativas no comportamento das condições naturais de uma bacia, causadas por processos naturais e/ou por ações antrópicas, podem gerar modificações, acarretando desequilíbrios ambientais e, dessa forma, a degradação do meio ambiente. Um

dos processos causadores dessa degradação é a erosão, por isso a necessidade de se estudar tal fenômeno dentro de bacias hidrográficas.

A erosão é um importante fenômeno na modelagem da paisagem terrestre e na redistribuição de energia no interior da bacia hidrográfica, podendo ocorrer naturalmente, ou desencadeado por fatores antrópicos. O uso inadequado do solo em algumas regiões das bacias hidrográficas, aliado à suscetibilidade natural apresentada em diversas áreas, favorece a ocorrência de erosão, com efeitos já mencionados, como o assoreamento de rios e transporte de produtos agroquímicos que impactarão na paisagem natural do local, afetando a qualidade da água para consumo, bem como a fauna e flora aquáticas originais (Carpi Junior, 2001).

Tendo em vista a necessidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, é essencial a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial básica. Entretanto, esta é uma tarefa dificultada devido à falta de coincidência das divisas político-administrativas com os limites hídricos. Além disso, as inter-relações políticas, econômicas e sociais entre as regiões se sobrepõem aos limites existentes. Dessa forma, se faz necessária a análise da bacia como um todo (CRH, 2000).

Portanto, para que seja feita a análise dos custos gerados pela erosão no Estado de São Paulo, será considerada a divisão do Estado em bacias hidrográficas. O escopo deste trabalho consiste na estimativa dos custos *on site* gerados pelo processo erosivo resultado da prática agrícola, evidenciando que as atividades econômicas não podem ser discutidas sem se considerar a questão ambiental. O Estado de São Paulo é subdividido em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), que abrangem as bacias hidrográficas paulistas.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, a bacia hidrográfica a ser analisada é composta por três Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: Pardo, Baixo Pardo-Grande e Mogi-Guaçu. Esta é uma região com grande diversidade física, no que toca a solos, vegetação e topografia, além de grande variedade socioeconômica, com produção agrícola diversificada, com distintos agricultores e diferentes manejos de solo. Estas três UGRHs situam-se na porção nordeste do Estado de São Paulo com pequena parcela do planalto sul de Minas Gerais (ver figura 3). A área, portanto, se mostra ideal para pesquisas sobre os impactos da agricultura no meio ambiente.

Assim como se observa em todo o Estado de São Paulo, a intensificação do uso de máquinas e equipamentos agrícolas ampliou a degradação dos recursos naturais nesta bacia hidrográfica (UNICAMP, 2002). Dessa forma, seja porque apresentam grande diversidade natural e variada atividade agropecuária, as UGRHs do Pardo, Baixo Pardo-Grande e Mogi-Guaçu se mostram como uma aproximação ideal do que ocorre no Estado de São Paulo, e se tornam representativas para o estudo do processo erosivo.

Figura 3. Mapa das UGRHs do Estado de São Paulo



2.2. UGRH 04 - Pardo

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Pardo situa-se na porção norte-nordeste do Estado de São Paulo e pertence à bacia do Alto Paraná, em virtude do rio Pardo ser afluente do rio Grande, um dos formadores do rio Paraná. É definida pela bacia hidrográfica do rio Pardo a montante da foz do rio Mogi-Guaçu. O rio Pardo nasce no Planalto Sul de Minas, no município de Itapiúna em Minas Gerais, na Serra do Cervo e dirige-se para o rio Grande acompanhando a inclinação do relevo, 84% de seu curso desenvolve-se nas terras paulistas. Observa-se na Bacia a ocorrência de três tipos climáticos: tropical úmido com inverno seco na porção leste da Bacia; quente úmido com estação seca na porção oeste e temperado úmido com estação seca no extremo oeste da Bacia (CPTI, 2003).

O desenvolvimento econômico da região se consolidou nas atividades agropecuárias, criação de gado e cana-de-açúcar, no século XVIII; enquanto no século XIX a cultura do café foi a base econômica, e que muito contribuiu para o processo de crescimento demográfico da região. Com a decadência do café, o que se viu na Bacia do Pardo não foi o abandono de terras, mas sim introdução de novas culturas, como o algodão e a citricultura, e o desenvolvimento industrial. Todavia, não se pode esquecer do papel fundamental desempenhado pelas ferrovias para a consolidação de todo este processo de ocupação e urbanização, além do desenvolvimento econômico (IPT, 2001).

Após a crise cafeeira, a região intensificou a agricultura e a pecuária. Este processo foi observado ao longo do século XX, como resultado da modernização agrícola e dos incentivos à exportação. Além da cana-de-açúcar e do algodão, a atividade agrícola da região também se destacava pela produção de amendoim, arroz, cebola, feijão e outros cítricos, além de bovinos e aves (CPTI, 2003).

O parque agroindustrial da Bacia do Pardo é o mais importante do Estado de São Paulo. Segundo IPT (2001), a região se mostra como a mais importante produtora paulista de açúcar e álcool, responsável por mais de 40% da produção estadual e 24% da produção nacional. A importância da atividade agrícola nesta bacia pode ser percebida pela indústria de produtos alimentares, de fertilizantes e de máquinas e equipamentos agrícolas. Além disso, entre as principais atividades industriais pode-se destacar a extração e refino de óleos vegetais e a produção de papel.

Quanto ao uso do solo, nesta UGRHI predominam as atividades agrícolas e pastagens. O crescimento da agricultura nas terras paulistas nas últimas décadas resultaram na maior utilização do solo e aumento da produtividade. Entretanto, o problema da erosão do solo é evidente nesta bacia hidrográfica. O processo erosivo nesta região vem destruindo terras agriculturáveis e degradando os recursos hídricos da bacia. Foram identificadas nesta Bacia 166 feições erosivas lineares de grande porte (ravinas e voçorocas; urbanas e rurais). A Bacia do Pardo apresenta áreas de alta suscetibilidade à erosão e apenas duas sub-bacias desta UGRHI foram classificadas como de criticidade baixa. Isto mostra que 80% da área total da Bacia apresentam alta criticidade aos processos erosivos (IPT, 2001).

2.3. UGRH 09 – Mogi-Guaçu

A bacia hidrográfica do rio Mogi – Guaçu localiza-se no centro-leste do Estado de São Paulo e uma pequena porção do Sul de Minas Gerais, com 14.653 dos seus 17.460 km² em território paulista, compondo uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado. O rio Mogi – Guaçu nasce no município de Bom Repouso, em Minas Gerais, no Morro do Curvado, a uma altitude de 1650 m, se estendendo no território paulista por 377,5 km e deságua no rio Pardo, a 490 m de altitude, no Bico do Pontal, município de Pontal, com 14.653 km² de área de drenagem e 473 km de extensão total (Carpi Junior, 2001).

O relevo da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu apresenta declives de mais de 8% na parte sudeste da bacia e cotas entre 900 e 1.500 m. Já a parte noroeste da bacia apresenta relevo suave ondulado, com declives de até 3% e altitudes em torno de 600 m. As máximas de chuva ocorrem em dezembro, janeiro e fevereiro, com mínimas em junho, julho e agosto. A temperatura média anual se mostra em torno de 20°C, com exceção da parte serrana da bacia, com média de 18°C. A média das mínimas situa-se entre 8°C e 10°C e as máximas absolutas entre 34°C e 38°C (Carpi Junior, 2001).

Esta bacia hidrográfica é caracterizada por sua diversidade no que toca aos processos históricos de ocupação, de exploração agrícola e de urbanização. Apesar disso, tanto sua dinâmica econômica como demográfica refletem o processo recente de interiorização da indústria e da intensa modernização da agropecuária paulista.

O perfil econômico agropecuário da bacia é evidente desde o século XVII, com predomínio da criação de gado e da produção açucareira. Entretanto, em meados do século XIX, o café passou a substituir a cana-de-açúcar, em virtude da mudança da pauta de exportações brasileira. Com a crise do café já nas primeiras décadas do século XX, verificou-se a intensificação da produção alimentícia, da pecuária, do algodão e da cana-de-açúcar. O perfil predominantemente agro-exportador da região foi resultado direto da modernização do setor agrário e dos incentivos à exportação de cana-de-açúcar. A rede de transportes da região também foi fundamental para a consolidação da urbanização e do setor industrial na região (CBH-MOGI, 1999).

De acordo com CBH-MOGI (1999), considerando-se a área total da bacia de 843.869 hectares, a produção da cana-de-açúcar ocupa em torno de 47,6% da área cultivada, seguida pela produção de laranja com 11,3%, de braquiária (8,9%), milho (7,8%), eucalipto (5,7%), algodão (2,4%), soja (1,8%) e amendoim (1,7%), levando-se em conta as principais culturas existentes. A pecuária também se mostra diversificada, incluindo rebanhos bovinos, suínos e de aves.

Dada a importância da agricultura para a região, a erosão se mostra como o primeiro problema causado pelo uso inadequado do solo. O processo erosivo nesta área é resultado de uma série de fatores, com destaque para o problema da retirada da vegetação natural e o uso e manejo inadequado das terras. Além disso, as chuvas concentram-se entre outubro e março, exatamente no mesmo período de maior movimentação do solo, o qual se torna mais vulnerável à erosão. Cerca de 51% da área ocupada pela bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu apresenta baixa suscetibilidade à erosão, enquanto que 42% apresentam suscetibilidade alta ou muito alta, o que mostra que a região, portanto, merece atenção especial no que toca à erosão do solo (CBH-MOGI, 1999).

2.4. UGRHI 12 - Baixo Pardo-Grande

A UGRH do Baixo Pardo-Grande localiza-se ao norte do Estado de São Paulo, desde a foz do rio Mogi-Guaçu até o rio Grande, na divisa com o Estado de Minas Gerais, numa extensão aproximada de 100 km. Esta UGRHI tem como rio principal um trecho do rio Pardo até a confluência com o rio Grande. Os recursos minerais da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo-Grande compreendem basicamente matérias-primas voltadas para a construção civil, tais como argila, areia cascalho e brita. O relevo desta UGRH apresenta altitudes que variam entre 500 e 700 m e o regime térmico possui características tropicais. No inverno, as temperaturas oscilam entre 14 e 22°C, enquanto no verão os valores médios se concentram em torno de 24 a 30°C (CBH-BPG, 2000).

Nesta região, o cultivo do café foi responsável tanto pela ocupação do território e crescimento da produção agrícola regional como também pelo processo de urbanização e consolidação de um grande número de cidades. Todo este processo também foi favorecido pela implantação das ferrovias. Entretanto, com a crise cafeeira em meados do século XX, a região desviou sua produção para a cultura de alimentos, quadro que foi alterado com a

expansão da cana-de-açúcar já na década de cinquenta. Atualmente, a agricultura moderna, mais encadeada com o esforço exportador, e a indústria predominam na região.

Os solos na Bacia do Baixo Pardo-Grande constituem um recurso natural estratégico e se caracteriza como um suporte básico para o processo de ocupação da região. Esta UGRHI representa uma das últimas fronteiras agrícolas do Estado de São Paulo e as principais atividades são cana-de-açúcar, soja, pecuária e cultura de laranja, com redução da importância as culturas de café e algodão, as quais mais contribuíram para a degradação dos solos da região. As culturas semiperenes ocupam 32,7% da área total da região, seguida pelas pastagens com 27,3% e culturas perenes com 18,5%. As culturas anuais representam 10,3% e a vegetação natural 4,9%.

Na bacia hidrográfica do Baixo Pardo-Grande, há predomínio dos processos erosivos de encosta dos seguintes tipos: laminar, que envolvem escoamento superficial difuso da enxurrada no solo, resultando em uma perda progressiva dos horizontes superficiais; e linear, caracterizado pela presença de sulcos, ravinas⁶ e voçorocas. Esta bacia também apresenta processos de erosão fluvial⁷. Cerca de 59% da Bacia apresenta média suscetibilidade à erosão e 41% baixa suscetibilidade a processos erosivos (CBH-BPG, 2000).

⁶ As ravinas são feições de maior porte que os sulcos e apresentam profundidade variável, forma alongada e não atingem o lençol de água subterrânea.

⁷ A erosão fluvial é um tipo de processo erosivo que se caracteriza pela remoção de partículas do solo através da ação de águas correntes, como rios, por exemplo, (Bertoni & Lombardi Neto, 1995).

6. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA

A valoração econômica referente às perdas de solo por erosão para as bacias hidrográficas escolhidas será feita com base no custo de reposição dos nutrientes perdidos pelo processo erosivo, decorrente da prática agrícola. Os cálculos das estimativas monetárias para a degradação do solo, portanto, serão obtidos pela seguinte expressão:

$$\text{VDS} = \sum_{i=1}^4 (\text{Q}_i \cdot \text{P}_i) \quad (1)$$

onde,

VDS = Valor da degradação do solo, em R\$;

Q_i = Quantidade total de fertilizantes i , em equivalentes em nutrientes perdidos, em t, sendo $i = 1, \dots, 4$.

P_i = Preço de mercado do fertilizante i , em R\$/t, sendo $i = 1, \dots, 4$.

Para o cálculo monetário das perdas de solo, ou valor da degradação do solo (VDS) utilizar-se-á as perdas de fertilizantes (Q_i) e os seus respectivos preços de mercado (P_i). As estimativas dos fertilizantes necessários à reposição dos nutrientes perdidos devido ao processo erosivo seguirão os seguintes passos: cálculo da área ocupada por tipo de cultura a partir de uma série com a evolução da ocupação do solo (em ha), ao longo do período estudado; estimativa das perdas de solo, por tipo de cultura, calculada a partir de coeficiente técnicos que expressam a perda de solo por tipo de cultura, para o Estado de São Paulo, assim, deve-se obter estimativas da perda média de solo (em t/ha/ano), de acordo com sua utilização, também ao longo de todo o período; estimativa do teor de nutrientes no solo – nitrogênio, fósforo e potássio além de cálcio e magnésio - será obtida em conformidade com uma relação técnica para os solos do Estado de São Paulo; o total do teor de nutrientes perdidos será dado pelas perdas de solo expressas em toneladas, multiplicado pelos coeficientes técnicos, respectivos a cada nutriente. O total de nutrientes perdidos será transformado em fertilizantes comerciais em função dos teores de nutrientes existentes nas formulações vendidas no mercado.

Após este cálculo, deve-se obter uma série com preços (P_i) dos fertilizantes (sulfato de amônia, superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário) equivalentes aos nutrientes considerados. Com P_i pode-se, portanto, calcular a estimativa monetária do valor da

degradação do solo (VDS) a partir da fórmula expressa em (1). Para o cálculo do valor da produção agrícola reduzidos os efeitos ambientais, toma-se o valor da produção para a área em estudo e deduz-se deste o valor da degradação do solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Etapas do cálculo da estimativa da degradação do recurso solo

Foi realizado o levantamento de dados e informações para possibilitar o cálculo das estimativas iniciais das taxas de erosão, dos nutrientes perdidos e da necessidade de fertilizantes para repor o nível de fertilidade. Para isso, foi necessária a delimitação da área de estudo, a qual abrange as UGRHIs do Pardo, Baixo Pardo-Grande e Mogi-Guaçu. O levantamento das informações referentes à produção agrícola de cada bacia hidrográfica (valor bruto da produção e área ocupada, por tipo de cultura) foi feito a partir dos dados referentes a cada município.

Dessa forma, para a definição dos municípios que compõe cada UGRHI foi levada em conta a divisão apresentada pelo Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (CRH, 2000). Foram considerados como membros de cada UGRHI os municípios totalmente contidos nestas unidades de gerenciamento e também os municípios que apresentam somente a área rural contida na UGRHI em questão. Portanto, para este estudo, serão considerados os seguintes municípios:

- i) **UGRHI – 04⁸ Pardo:** Águas da Prata, Batatais, Brodowski, Caconde, Cajuru, Casa Branca, Cássia dos Coqueiros, Cravinhos, Divinolândia, Itobi, Jardinópolis, Luís Antônio, Mococa, Morro Agudo, Orlandia, Pontal, Santa Cruz da Esperança, Santo Antônio da Alegria, São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo, São Sebastião da Gramma, Serra Azul, Serrana, Sertãozinho e Tapiratiba.
- ii) **UGRHI – 09 Mogi-Guaçu:** Aguai, Águas de Lindóia, Américo Brasiliense, Amparo, Analândia, Araraquara, Araras, Barrinha, Conchal, Corumbataí, Descalvado, Dobrada, Dumont, Espírito Santo do Pinhal, Estiva Gerbi, Guariba, Guataparã, Itapira, Ibaté, Jaboticabal, Leme, Limeira, Lindóia, Matão, Mogi-Guaçu, Monte Alto, Motuca, Pirassununga, Porto Ferreira, Pradópolis, Ribeirão Preto, Rincão, Rio Claro, Santa Cruz da Conceição, Santa Cruz das Palmeiras, Santa Ernestina, Santa Lúcia, Santa Rosa do Viterbo, Santa Rita do Passa

⁸ Os números à frente de UGRHI correspondem à aqueles definidos pelo Plano de Recursos Hídricos para o Estado de São Paulo (CRH, 2000).

Quatro, São Carlos, São Simão, Taiúva, Tambaú, Taquaritinga e Vargem Grande do Sul.

- iii) **UGRHI – 12 Baixo Pardo-Grande:** Altair, Colômbia, Guaira, Guaraci, Ipuã, Jaborandi, Monte Azul Paulista, Nuporanga, Olímpia, Pitangueiras, Sales Oliveira, São Joaquim da Barra, Taquaral, Terra Roxa e Viradouro.

Para o cálculo do custo de reposição das perdas de solo para as UGRHIs Baixo Pardo-Grande, Mogi-Guaçu, Pardo e para o Estado de São Paulo, o levantamento da produção agrícola para cada município foi feito considerando-se a área ocupada por tipo de cultura e o valor monetário da produção e os dados foram obtidos no Instituto Brasileiro de GeoEstatística (IBGE), na Produção Agrícola Municipal, para o período de 1994 a 2003. Após esta etapa, foi feita a agregação da produção agrícola por tipo de cultura e por município, considerando-se a área ocupada e o valor bruto da produção. Portanto, obteve-se a evolução da área cultivada e o valor bruto da produção agrícola nas UGRHIs consideradas e no Estado de São Paulo por tipo de cultura (ver tabelas 1 a 4 e apêndices 1 (a) a (h)). Foram consideradas apenas as áreas ocupadas pela agricultura, sem a inclusão de pastagens, reflorestamentos e florestas.

Tabela 1. Evolução da área ocupada pelas principais culturas na Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas Anuais	Culturas Temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	293.024	148.440	72.805	514.269
1995	230.049	176.613	57.988	464.650
1996	247.433	188.544	72.142	508.119
1997	259.792	197.350	67.380	524.522
1998	230.652	191.133	69.882	491.667
1999	240.556	194.145	68.448	503.149
2000	240.626	190.156	58.098	488.880
2001	215.086	223.607	50.663	489.356
2002	182.746	224.674	56.313	463.733
2003	185.739	234.294	51.962	471.995

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), IBGE.

Nota: Ver Apêndices 1 (a) (b).

Tabela 2. Evolução da área ocupada pelas principais culturas na Bacia do Mogi-Guaçu, em ha, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas Anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	214.182	499.545	227.599	941.326
1995	196.480	509.230	199.030	904.740
1996	176.056	532.782	230.383	939.221
1997	173.292	494.766	250.694	918.752
1998	166.577	532.648	246.695	945.920
1999	180.203	532.636	246.424	959.263
2000	180.485	525.582	195.858	901.925
2001	173.637	512.518	184.304	870.459
2002	176.565	538.029	200.069	914.663
2003	180.757	554.349	201.635	936.741

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), IBGE.

Nota: Ver Apêndices 1 (c) (d).

Tabela 3. Evolução da área ocupada pelas principais culturas na Bacia do Pardo, Em ha, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas Anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	158.566	282.694	63.558	504.818
1995	147.636	291.599	55.564	494.799
1996	146.912	332.195	65.951	545.058
1997	143.898	330.763	71.111	545.772
1998	131.426	338.316	73.869	543.611
1999	137.851	337.359	75.886	551.096
2000	142.846	328.594	59.548	530.988
2001	139.248	332.276	50.320	521.844
2002	137.262	311.784	40.836	489.882
2003	133.459	349.073	55.767	538.299

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), IBGE.

Nota: Ver Apêndices 1 (e) (f).

Tabela 4. Evolução da área ocupada pelas principais culturas no Estado de São Paulo, em ha, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	2.704.313	2.210.310	1.108.845	6.023.468
1995	2.518.553	2.293.710	1.024.138	5.836.401
1996	2.306.376	2.519.871	1.129.347	5.955.594
1997	2.340.514	2.471.765	1.155.987	5.968.266
1998	2.225.172	2.593.015	1.208.088	6.026.275
1999	2.364.528	2.588.025	1.232.947	6.185.500
2000	2.194.173	2.522.000	1.026.143	5.742.316
2001	2.224.682	2.611.488	999.170	5.835.340
2002	2.205.788	2.701.131	1.025.204	5.932.123
2003	2.349.321	2.854.964	1.039.706	6.243.991

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), IBGE.

Nota: Ver Apêndices 1 (g) (h).

A partir do trabalho de Bellinazzi Junior *et al.* (1981), foi possível obter as estimativas da perda média de solo por hectare e por cultura, nas condições observadas em 1981 (Tabela 5). A obtenção das estimativas para o período de 1994 a 2003 foi feita considerando-se a área ocupada por cultura e, posteriormente, por grupo de produto .

Tabela 5. Taxas médias de perda de solo por erosão, em t/ha/ano, nas principais culturas do Estado de São Paulo

Culturas anuais		Culturas permanentes	
Algodão	24,8	Banana	0,9
Amendoim	26,7	Café	0,9
Arroz	25,1	Laranja	0,9
Batata	18,4	Outras	0,9
Cebola	17,5		
Feijão	38,1	Culturas temporárias	
Milho	12	Cana	12,4
Soja	20,1	Mamona	41,5
Trigo	10	Mandioca	33,9
Outras	24,1		

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

Levando-se em conta os dados sobre a evolução da área cultivada pelos grupos de culturas – anuais, perenes e permanentes –, estima-se a quantidade de solo perdida para

cada UGRHI considerada no presente estudo – Baixo Pardo-Grande, Mogi-Guaçu e Pardo – e também para o Estado de São Paulo (Tabelas 6 a 9 e Apêndices 2 (a) (b) (c) e (d)).

Tabela 6. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas na Bacia do Baixo Pardo-Grande, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	5.113.125	1.849.386	65.525	7.028.036
1995	4.076.991	2.195.967	52.189	6.325.147
1996	4.420.610	2.339.401	64.955	6.824.966
1997	4.695.088	2.447.431	60.642	7.203.161
1998	4.162.868	2.369.925	62.894	6.595.687
1999	4.342.598	2.407.274	61.603	6.811.476
2000	4.481.472	2.357.562	52.288	6.891.323
2001	4.097.736	2.771.698	45.597	6.915.030
2002	3.563.717	2.785.710	50.682	6.400.108
2003	3.690.891	2.904.898	46.766	6.642.555

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Ver Apêndice 2a.

Tabela 7. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas na Bacia Do Mogi-Guaçu, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	4.281.233	6.279.713	204.839	10.765.785
1995	3.913.523	6.393.916	179.127	10.486.566
1996	3.414.141	6.623.893	207.345	10.245.379
1997	3.328.963	6.193.084	225.625	9.747.672
1998	3.337.229	6.666.110	222.026	10.225.365
1999	3.426.495	6.671.573	221.782	10.319.849
2000	3.454.205	6.584.307	176.272	10.214.784
2001	3.332.443	6.417.337	165.874	9.915.653
2002	3.343.728	6.759.452	180.062	10.283.241
2003	3.384.432	6.966.894	181.472	10.532.797

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Ver Apêndice 2b.

Tabela 8. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas na Bacia Do Pardo, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	3.024.973	3.506.651	57.202	6.588.826
1995	2.646.456	3.616.355	50.008	6.312.819
1996	2.569.081	4.119.324	59.356	6.747.760
1997	2.566.940	4.101.567	64.000	6.732.506
1998	2.330.208	4.197.102	66.482	6.593.792
1999	2.401.615	4.185.066	68.297	6.654.978
2000	2.629.265	4.076.971	53.593	6.759.829
2001	2.634.838	4.122.797	45.288	6.802.923
2002	2.566.610	3.868.063	36.752	6.471.425
2003	2.494.043	4.331.523	50.190	6.875.755

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Ver Apêndice 2c.

Tabela 9. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas no Estado De São Paulo, 1994 a 2003.

Usos / Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	51.111.839	28.202.705	997.961	80.312.505
1995	46.387.897	29.181.855	921.724	76.491.477
1996	41.572.548	31.818.941	1.016.412	74.407.900
1997	42.225.292	31.195.038	1.040.388	74.460.718
1998	41.017.235	32.751.438	1.087.279	74.855.952
1999	43.501.073	32.795.218	1.109.652	77.405.943
2000	40.361.421	32.080.651	923.529	73.365.600
2001	40.524.172	33.335.792	899.253	74.759.217
2002	40.121.175	34.336.907	922.684	75.380.765
2003	42.522.604	36.195.210	935.735	79.653.549

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Ver Apêndice 2d.

Sabendo-se que o solo possui uma fertilidade natural, exclusiva das camadas mais superficiais, e que tal fertilidade é removida juntamente com as partículas de terra durante a erosão, foram feitos experimentos de campo para a obtenção de teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, encontrados no solo paulista. Estes dados foram obtidos em Bellinazzi Junior *et al.* (1981) (Tabela 10).

Tabela 10. Teor médio de nutrientes no solo paulista, em %

Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)	Ca+Mg
0,10%	0,00%	0,01%	0,09%

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

A partir dos resultados referentes à perda de solo por cultura, é possível calcular a quantidade de nutrientes perdidos para o período de estudo: 1994 a 2003, em termos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Assim, assume-se que a quantidade tolerável de nutrientes perdidos para os solos paulistas seja nula, isto é, quando os nutrientes são perdidos pela erosão do solo, há necessidade de reposição integral destes nutrientes.

Considerando-se o método escolhido, o custo de reposição dos nutrientes perdidos, foram utilizados os valores de conversão dos nutrientes para equivalentes de fertilizantes comerciais (Tabela 11) que, segundo Bastos Filho, foram fornecidos pelos fabricantes dos mais utilizados no Estado de São Paulo: sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico. Portanto, a variável quantidade total de fertilizantes necessários à reposição das perdas de nutrientes, Q_i , expressa na equação foi obtida das tabelas 12, 13, 14 e 15.

Tabela 11. Valores de conversão e perdas de nutrientes em fertilizantes comerciais

Elementos	Fertilizante	Teor médio de nutriente	kg de fertilizante por kg de nutriente perdido
N	Sulfato de Amônia	20%	5
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)

Tabela 12. Perdas de solo, em t/ano, em termos de nutrientes e em equivalente-fertilizantes, para a Bacia do Baixo - Pardo Grande, 1994/2003.

Fertilizantes / anos	Nutrientes				Fertilizantes			
	N	P	K	Ca + Mg	Sulfato de Amônio	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994	6.799,62	183,71	706,88	6.667,64	33.998,12	1.021,44	1.215,83	17.535,89
1995	6.119,58	165,34	636,18	6.000,79	30.597,90	919,29	1.094,24	15.782,09
1996	6.603,15	178,40	686,46	6.474,98	33.015,77	991,93	1.180,70	17.029,20
1997	6.969,06	188,29	724,49	6.833,78	34.845,29	1.046,90	1.246,13	17.972,85
1998	6.381,33	172,41	663,39	6.257,46	31.906,63	958,61	1.141,04	16.457,12
1999	6.590,10	178,05	685,10	6.462,18	32.950,51	989,97	1.178,37	16.995,54
2000	6.667,35	180,14	693,13	6.537,94	33.336,77	1.001,57	1.192,18	17.194,77
2001	6.690,29	180,76	695,51	6.560,43	33.451,46	1.005,02	1.196,28	17.253,92
2002	6.192,10	167,30	643,72	6.071,91	30.960,52	930,18	1.107,20	15.969,12
2003	6.426,67	173,64	668,11	6.301,92	32.133,36	965,42	1.149,15	16.574,06

Fonte: Dados de pesquisa

Nota: Para o cálculo dos valores que constam na tabela, foram utilizadas todas as casa decimais

Tabela 13. Perdas de solo, em t/ano, em termos de nutrientes e em equivalente-fertilizantes para a Bacia do Mogi Guaçu, 1994/2003.

Fertilizantes / anos	Nutrientes				Fertilizantes			
	N	P	K	Ca + Mg	Sulfato de Amônio	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994	10.415,90	281,42	1.082,82	10.213,72	52.079,49	1.564,68	1.862,46	26.862,07
1995	10.145,75	274,12	1.054,74	9.948,82	50.728,76	1.524,10	1.814,15	26.165,38
1996	9.912,40	267,81	1.030,48	9.720,00	49.562,02	1.489,05	1.772,43	25.563,59
1997	9.430,87	254,80	980,42	9.247,81	47.154,36	1.416,71	1.686,32	24.321,74
1998	9.893,04	267,29	1.028,47	9.701,01	49.465,20	1.486,14	1.768,96	25.513,65
1999	9.984,45	269,76	1.037,97	9.790,65	49.922,27	1.499,87	1.785,31	25.749,40
2000	9.882,80	267,01	1.027,40	9.690,97	49.414,02	1.484,60	1.767,13	25.487,25
2001	9.593,39	259,20	997,32	9.407,18	47.966,97	1.441,13	1.715,38	24.740,88
2002	9.949,04	268,80	1.034,29	9.755,92	49.745,18	1.494,55	1.778,98	25.658,06
2003	10.190,48	275,33	1.059,39	9.992,68	50.952,41	1.530,82	1.822,15	26.280,74

Fonte: Dados de pesquisa

Nota: Para o cálculo dos valores que constam na tabela, foram utilizadas todas as casa decimais

Tabela 14. Perdas de solo, em t/ano, em termos de nutrientes e em equivalente-fertilizantes para a Bacia do Pardo, 1994/2003.

Fertilizantes / anos	Nutrientes				Fertilizantes			
	N	P	K	Ca + Mg	Sulfato de Amônio	Superfósforo Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994	6.374,69	172,23	662,70	6.250,95	31.873,45	957,61	1.139,85	16.440,00
1995	6.107,65	165,02	634,94	5.989,10	30.538,26	917,49	1.092,10	15.751,33
1996	6.528,46	176,39	678,69	6.401,74	32.642,29	980,71	1.167,35	16.836,56
1997	6.513,70	175,99	677,16	6.387,26	32.568,50	978,49	1.164,71	16.798,50
1998	6.379,49	172,36	663,20	6.255,66	31.897,47	958,33	1.140,71	16.452,39
1999	6.438,69	173,96	669,36	6.313,71	32.193,46	967,22	1.151,30	16.605,06
2000	6.540,13	176,70	679,90	6.413,19	32.700,67	982,46	1.169,43	16.866,68
2001	6.581,83	177,83	684,24	6.454,07	32.909,14	988,73	1.176,89	16.974,20
2002	6.261,10	169,16	650,90	6.139,57	31.305,52	940,55	1.119,54	16.147,07
2003	6.652,29	179,73	691,56	6.523,17	33.261,47	999,31	1.189,49	17.155,93

Fonte: Dados de pesquisa

Nota: Para o cálculo dos valores que constam na tabela, foram utilizadas todas as casa decimais

Tabela 15. Perdas de solo, em t/ano, em termos de nutrientes e em equivalente-fertilizantes, para o Estado de São Paulo, 1994/2003.

Fertilizantes / anos	Nutrientes				Fertilizantes			
	N	P	K	Ca + Mg	Sulfato de Amônio	Superfósforo Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994	77.702,35	2.099,37	8.077,83	76.194,08	388.511,74	11.672,49	13.893,87	200.390,43
1995	74.005,50	2.001,96	7.705,45	72.726,06	370.027,52	11.130,91	13.253,37	191.269,53
1996	71.989,64	1.945,65	7.491,07	70.680,72	359.948,22	10.817,81	12.884,65	185.890,30
1997	72.040,74	1.946,40	7.489,26	70.642,37	360.203,72	10.822,00	12.881,53	185.789,44
1998	72.423,13	1.956,73	7.529,01	71.017,34	362.115,67	10.879,44	12.949,90	186.775,60
1999	74.890,25	2.023,39	7.785,49	73.436,57	374.451,25	11.250,06	13.391,04	193.138,17
2000	70.981,22	1.917,78	7.379,11	69.603,41	354.906,09	10.662,84	12.692,07	183.056,97
2001	72.329,54	1.954,21	7.519,28	70.925,56	361.647,71	10.865,38	12.933,17	186.534,23
2002	72.930,89	1.970,45	7.581,80	71.515,24	364.654,45	10.955,72	13.040,69	188.085,08
2003	77.064,81	2.082,14	8.011,55	75.568,91	385.324,04	11.576,72	13.779,87	198.746,25

Fonte: Dados de pesquisa.

Nota: Para o cálculo dos valores que constam na tabela, foram utilizadas todas as casa decimais.

O preço de mercado do fertilizantes, P_i , foi obtido junto ao Instituto de Economia Agrícola, na série Informações Econômicas (1994 a 2003) e nos Anuários Estatísticos (1995 e 1996), a partir de uma série de preços mensais para o insumo no Estado de São Paulo. As médias anuais em valores constantes dos preços pagos pelo agricultor foram obtidas utilizando-se o Índice de Preço Pagos pelos agricultores, calculado pela Fundação Getúlio Vargas, tendo como base o ano de 1994 (Tabela 16 e Aêndices 3 (a) a (c)).

Tabela 16. Evolução dos preços dos fertilizantes, médias anuais reais expressas em R\$/t, período 1994/2003, 1994 = 100.

Fertilizantes / Anos	Sulfato de Amônio	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994 ¹	201,42	141,37	244,98	15,12
1995	123,69	89,15	154,03	9,27
1996	141,59	103,10	171,17	7,40
1997	140,00	102,74	166,82	7,38
1998	121,96	97,68	159,67	7,24
1999	126,75	120,87	199,66	6,21
2000	125,71	113,69	193,07	5,80
2001	150,00	125,43	206,12	7,41
2002	151,78	123,84	208,07	7,08
2003	132,24	114,82	185,46	6,50

Fonte: Informações Econômicas, 1994 a 2003 (IEA) e Anuários Estatísticos de 1995 e 1996 (IEA).

Nota: Para o cálculo das médias reais foi utilizada a série do Índice de Preços Pagos pelos agricultores (FGV). Ver Apêndices 3 (a) (b) (c).

¹Os valores em Real para os meses de janeiro a maio foram obtidos utilizando-se a média mensal da URV (ver Apêndice 3c). A partir de junho, os valores disponíveis já estavam em Real.

As estimativas do valor econômico da degradação do recurso solo (**VDS**), em função do uso agrícola para as Bacias Hidrográficas do Baixo Pardo-Grande, Mogi-Guaçu e Pardo e para o Estado de São Paulo (Tabelas 17, 18, 19 e 20), foram obtidas por meio das duas variáveis, Q_i e P_i , na forma definida pela Equação 1. O **VDS** representa o quanto o produtor deveria repor de fertilizantes para compensar a perda de nutrientes devido ao processo erosivo com vistas à manter as condições de produção e produtividade do recurso solo.

Dadas as limitações tanto do método quanto da disponibilidade de dados, algumas considerações a respeito dos resultados serão apresentadas ao longo das apresentações e das discussões dos resultados obtidos pelo presente trabalho.

Tabela 17. Estimativa do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupo de culturas da Bacia do Baixo Pardo Grande, de 1994 a 2003 (1994 = 100).

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	5.496,84	1.988,17	70,44	7.555,45
1995	2.695,18	1.451,69	34,50	4.181,37
1996	3.306,68	1.749,90	48,59	5.105,17
1997	3.471,73	1.809,73	44,84	5.326,30
1998	2.705,34	1.540,16	40,87	4.286,37
1999	2.956,17	1.638,72	41,94	4.636,83
2000	3.013,79	1.585,46	35,16	4.634,41
2001	3.243,75	2.194,06	36,09	5.473,91
2002	2.871,98	2.244,99	40,84	5.157,81
2003	2.601,01	2.047,11	32,96	4.681,07
Média	3.236,25	1.825,00	42,62	5.103,87
participação %	63,41	35,76	0,84	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 18. Estimativa do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por Grupos de culturas da Bacia do Mogi Guaçu, de 1994 a 2003, (1994 = 100).

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	4.602,51	6.750,97	220,21	11.573,69
1995	2.587,12	4.226,83	118,42	6.932,36
1996	2.553,82	4.954,76	155,10	7.663,68
1997	2.461,56	4.579,41	166,84	7.207,81
1998	2.168,78	4.332,14	144,29	6.645,21
1999	2.380,40	4.634,76	154,07	7.169,23
2000	2.322,95	4.427,94	118,54	6.869,43
2001	2.659,26	5.120,98	132,37	7.912,61
2002	2.694,69	5.447,40	145,11	8.287,20
2003	2.385,04	4.909,64	127,88	7.422,56
Média	2.681,61	4.938,48	148,28	7.768,38
participação %	34,52	63,57	1,91	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 19. Estimativa do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupos de culturas da Bacia do Pardo, de 1994 a 2003, (1994 = 100).

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	3.251,98	3.769,80	61,49	7.083,28
1995	1.749,49	2.390,67	33,06	4.173,22
1996	1.921,71	3.081,31	44,40	5.047,41
1997	1.898,09	3.032,86	47,32	4.978,28
1998	1.514,34	2.727,59	43,21	4.285,14
1999	1.634,87	2.848,93	46,49	4.530,30
2000	1.768,18	2.741,76	36,04	4.545,98
2001	2.102,58	3.289,96	36,14	5.428,68
2002	2.068,42	3.117,25	29,62	5.215,28
2003	1.757,58	3.052,46	35,37	4.845,41
Média	1.966,72	3.005,26	41,31	5.013,30
participação %	39,23	59,95	0,82	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 20. Estimativa do valor econômico da depreciação do recurso solo, em R\$ mil/ano, por grupos de culturas do Estado de São Paulo, de 1994 a 2003, (1994 = 100).

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	54.947,48	30.319,15	1.072,85	86.339,49
1995	30.665,68	19.291,27	617,54	50.574,49
1996	31.096,82	23.800,99	764,47	55.662,28
1997	31.223,01	23.066,82	769,30	55.059,13
1998	26.656,08	21.284,34	706,60	48.647,01
1999	29.612,83	22.324,95	755,38	52.693,16
2000	27.143,02	21.574,21	621,07	49.338,30
2001	32.337,96	26.601,69	717,60	59.657,26
2002	32.333,42	27.671,91	743,59	60.748,91
2003	29.966,08	25.507,11	659,42	56.132,61
Média	32.598,24	24.144,24	742,78	57.485,27
participação %	56,71	42,00	1,29	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

A degradação do solo não se limita apenas à perda de nutrientes. A erosão do solo também acarreta outros danos, como a compactação do solo, a perda de recursos biológicos, a diminuição da capacidade do solo em reter água, dentre outros (Bastos Filho, 1995; Belinazzi Junior *et al.*, 1981; Bertoni & Lombardi Neto, 1995). A dificuldade em mensurar todos estes efeitos reside no fato de que as relações de causa e efeito nem sempre estão disponíveis ou claramente estabelecidas, o que leva à dificuldade de captação destes pelo método do custo de reposição.

Além disso, destaca-se que, inerente a esta metodologia, está a idéia de que, necessariamente, todo nutriente perdido deve ser repostado e, portanto, a utilização de fertilizantes recupera a capacidade produtiva do solo. Porém, o solo carregado pelo processo erosivo contém maior quantidade de nutrientes que o solo original, na medida em que a camada superficial erodida é mais concentrada em matéria orgânica e nutrientes. E também não se pode esquecer que há um limite de tolerância para o uso do solo e, quando este limite é ultrapassado, a capacidade regenerativa do solo é danificada e, dessa forma, a manutenção dos níveis de produtividade incorre em elevados custos econômicos (Bastos Filho, 1995).

Outro ponto que deve ser ressaltado é a utilização de coeficientes técnicos de perdas de solo por cultura. Estas perdas calculadas por Bellinazzi Junior *et al.* (1981) referem-se ao período em que foram feitos os levantamentos e as estimativas correspondentes. No entanto, alterações ao longo do tempo na tecnologia de produção das culturas, no manejo do solo, na distribuição espacial das culturas, na precipitação pluviométrica, dentre outras, podem alterar as estimativas de perdas de solo a cada ano, implicando, como decorrência, em alterações nos coeficientes técnicos. Dessa forma, no presente trabalho as mudanças nas estimativas de perdas físicas de solo resultam apenas de variações na área ocupada pelas culturas ao longo do período estudado.

De posse das estimativas monetárias da degradação do recurso solo (VDS), descontou-se esses valores do Valor Bruto da Produção Agrícola (VBPA) das UGRHIs Bajxo Pardo-Grande, Mogi-Guaçu e Pardo e do VBPA do Estado de São Paulo (Tabelas 21 a 28 e Apêndices 4 e 5). Ambos os valores estão sendo utilizados em termos reais, sendo que o VBPA foi corrigido monetariamente pelo Índice de Preços Recebidos pelos produtores, calculado pela Fundação Getúlio Vargas, entre 1994 e 2003 (Apêndice 3 (b)). Assim, chegou-se ao VBPA, em termos reais, ajustado ambientalmente.

Tabela 21. VBPA da Bacia do Baixo Pardo Grande ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003 (1994 = 100).

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	VBPA agrícola total da Bacia
1994	106.951,16	120.734,83	206.734,56	434.420,55
1995	61.916,71	108.739,56	48.165,55	218.821,81
1996	72.785,71	138.984,79	41.481,17	253.251,66
1997	72.195,82	133.448,25	27.379,69	233.023,76
1998	44.201,22	114.876,61	40.814,26	199.892,08
1999	53.828,28	76.423,61	40.701,84	170.953,73
2000	45.327,65	104.167,43	22.682,89	172.177,97
2001	44.175,14	151.660,86	54.597,30	250.433,31
2002	49.605,62	161.891,34	67.321,24	278.818,19
2003	46.126,58	119.600,80	48.207,23	213.934,60

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndice 4 (a) (b).

Tabela 22. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA da Bacia do Baixo Pardo Grande, por grupo de cultura, em %, 1994 a 2003.

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	4,89	1,62	0,034	1,71
1995	4,17	1,32	0,072	1,88
1996	4,35	1,24	0,117	1,98
1997	4,59	1,34	0,164	2,23
1998	5,77	1,32	0,100	2,10
1999	5,21	2,10	0,103	2,64
2000	6,23	1,50	0,155	2,62
2001	6,84	1,43	0,066	2,14
2002	5,47	1,37	0,061	1,82
2003	5,34	1,68	0,068	2,14

Fonte: Dados da pesquisa.

Ver Apêndice 5a.

Tabela 23. VBPA da Bacia do Mogi Guaçu ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003, (1994 = 100).

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	VBP agrícola total da Bacia
1994	163.759,49	394.505,03	687.526,79	1.245.791,31
1995	110.857,64	311.635,74	208.305,23	630.798,61
1996	91.988,81	370.382,04	160.556,61	622.927,46
1997	76.861,51	316.056,39	155.806,96	548.724,86
1998	78.572,07	291.099,59	169.473,28	539.144,94
1999	85.567,62	221.939,20	153.401,34	460.908,17
2000	90.249,36	256.700,72	109.614,24	456.564,32
2001	71.242,29	309.419,32	236.779,94	617.441,55
2002	97.411,04	366.384,17	273.429,70	737.224,92
2003	85.925,70	306.217,37	209.810,19	601.953,26

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndices 4 (c) e (d).

Tabela 24. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA da Bacia do Mogi-Guaçu, por grupo de cultura, em %, 1994 a 2003.

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	2,73	1,68	0,032	0,92
1995	2,28	1,34	0,057	1,09
1996	2,7	1,32	0,097	1,22
1997	3,1	1,43	0,107	1,3
1998	2,81	1,54	0,089	1,28
1999	2,71	2,05	0,1	1,53
2000	2,51	1,7	0,108	1,48
2001	3,6	1,63	0,056	1,27
2002	2,69	1,47	0,053	1,11
2003	2,7	1,58	0,061	1,22

Fonte: Dados da pesquisa.

Ver Apêndice 5 (b).

Tabela 25. VBPA da Bacia do Pardo ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003, (1994 = 100).

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	VBPA agrícola total da Bacia
1994	146.859,00	214.741,00	160.824,00	522.424,00
1995	118.025,15	175.859,72	76.227,23	370.112,09
1996	71.511,50	231.311,68	63.284,52	366.107,69
1997	86.873,35	212.804,88	56.285,88	355.964,11
1998	84.815,29	186.518,66	64.355,16	335.689,12
1999	79.450,56	151.824,35	60.801,95	292.076,87
2000	89.184,52	161.091,80	40.538,96	290.815,28
2001	100.864,61	201.248,83	51.195,98	353.309,42
2002	103.719,71	220.651,92	55.203,26	379.574,89
2003	80.055,91	173.961,47	30.431,25	284.448,63

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndices 4 (e) e 4 (f).

Tabela 26. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA da Bacia do Pardo, por grupo de cultura, em %, 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	2,21	1,76	0,038	1,36
1995	1,48	1,36	0,043	1,13
1996	2,69	1,33	0,070	1,38
1997	2,18	1,43	0,084	1,40
1998	1,79	1,46	0,067	1,28
1999	2,06	1,88	0,076	1,55
2000	1,98	1,70	0,089	1,56
2001	2,08	1,63	0,071	1,54
2002	1,99	1,41	0,054	1,37
2003	2,20	1,75	0,116	1,70

Fonte: Dados da pesquisa.

Ver Apêndice 5c.

Tabela 27. VBPA do Estado de São Paulo ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003, (1994 = 100).

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	VBPA agrícola total
1994	1.620.105,52	1.655.503,85	2.919.271,15	6.194.880,51
1995	1.071.190,50	1.444.354,58	1.120.167,68	3.635.712,77
1996	931.472,80	1.726.925,53	973.039,12	3.631.437,45
1997	816.752,65	1.571.426,48	834.706,87	3.222.885,99
1998	807.891,98	1.399.582,45	1.079.742,60	3.287.217,03
1999	882.293,76	1.030.536,72	993.694,83	2.906.525,30
2000	816.884,90	1.271.970,23	695.904,13	2.784.759,25
2001	786.945,96	1.605.098,87	1.286.222,38	3.678.267,22
2002	939.734,33	1.849.453,77	1.353.089,22	4.142.277,32
2003	828.516,94	1.474.419,79	1.042.133,97	3.345.070,70

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndice 4 (g) (h).

Tabela 28. Participação da depreciação do recurso solo no VBPA do Estado de São Paulo, por grupo de cultura, em %, 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	3,28	1,80	0,04	1,37
1995	2,78	1,32	0,06	1,37
1996	3,23	1,36	0,08	1,51
1997	3,68	1,45	0,09	1,68
1998	3,35	1,57	0,07	1,53
1999	3,25	2,12	0,08	1,78
2000	3,22	1,67	0,09	1,74
2001	3,95	1,63	0,06	1,60
2002	3,33	1,47	0,05	1,45
2003	3,49	1,70	0,06	1,65

Fonte: Dados da pesquisa.

Ver Apêndice 5d.

O ajuste ambiental do Valor Bruto da Produção Agrícola – VBPA -- mostra o impacto monetário dos custos ambientais, neste estudo expresso pelos custos decorrentes da erosão do solo agrícola sobre o VBPA.

Ao longo do período contemplado, de 1994 a 2003, o valor econômico da depreciação do solo em relação ao VBPA apresentou um comportamento muito semelhante para as três bacias e para o Estado de São Paulo, tanto em termos globais quanto em relação ao grupos de cultura. As perdas monetárias de solo variaram de 1,71% a 2,14% do VBPA da Bacia do Baixo Pardo-Grande. Para a Bacia do Mogi-Guaçu, a variação situou-se entre 0,92% e 1,22% do VBPA. Na Bacia do Pardo, estes números ficaram entre 1,36% e 1,70% do VBPA.

Pode-se perceber uma certa convergência dos percentuais encontrados tanto para as três bacias objetos do presente estudo, como para o Estado de São Paulo, em que a depreciação do recurso solo representa, em média, 1,60% do VBPA. Ao se considerar as perdas monetárias estimadas para o Estado de São Paulo, dentre as bacias analisadas pelo presente relatório, a Bacia do Mogi-Guaçu contribui com a maior parte dessas perdas, cerca de 13,5%, quando comparada com as Bacias do Baixo Pardo-Grande e do Pardo que, em média, contribuem com 8,85% cada.

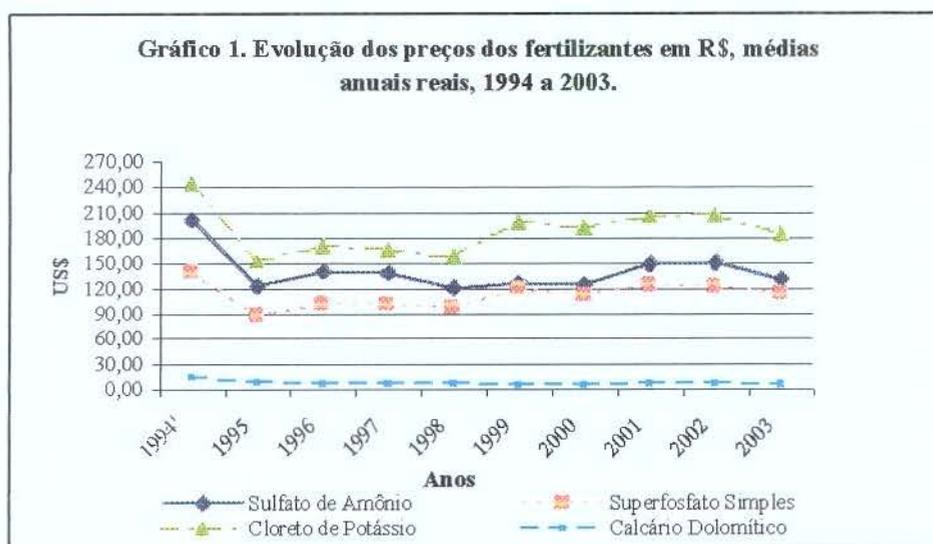
Em relação aos grupos de cultura, as anuais apresentaram os valores de perdas monetárias mais elevados em relação ao VBPA, enquanto as permanentes obtiveram os menores valores. Isso porque as culturas anuais se mostram mais erosivas que as demais, principalmente que as permanentes, situação esta expressa pelos coeficientes técnicos de perda de solo calculados por Bellinazzi Junior *et al.* (1981).

Estes resultados mostram o impacto monetário destes custos ambientais - decorrentes do processo erosivo pela prática agrícola - sobre o produto bruto agrícola gerado pelas quatro unidades geográficas aqui estudadas. Pode-se dizer, dessa forma, que, para a manutenção da capacidade produtiva do solo da Bacia do Baixo Pardo-Grande, seria necessária uma reposição de nutrientes equivalente a 2,14%, em média, do VBPA desta bacia, o que equivale a R\$ 5,1 milhões/ano para se manter as condições de produção do solo. Para as Bacias do Mogi-Guaçu e para a Bacia do Pardo, os custos de reposição dos nutrientes perdidos são da ordem de R\$ 7,8 milhões/ano e R\$ 5,0 milhões/ano, respectivamente, em função da erosão.

Em relação ao Estado de São Paulo, o custo ambiental, baseado no conceito de custo de reposição de nutrientes levados pela erosão do solo, alcançou cerca de R\$ 57,4 milhões/ano, ou seja, aproximadamente 1,57% do VBPA de todo o Estado de São Paulo deveria ser investido para a manutenção da capacidade produtiva do solo. Entretanto, não se pode perder de vista o fato de que os valores estimados refletem apenas parte dos problemas ambientais resultantes do processo erosivo (*on-site costs*). É preciso deixar claro que as perdas de solo pela erosão não acarretam apenas o escoamento de nutrientes, mas também provocam alterações na microflora e microfauna. Acrescenta-se a isso o fato de que a erosão provoca também a redução do potencial produtivo do solo (Marques, 1998).

4.2. Análise dos resultados encontrados

Ao longo do período estudado, o valor monetário, medido em termos reais, da depreciação do recurso solo apresentou queda, resultado da diminuição em termos reais dos preços de mercado dos fertilizantes agrícolas entre 1994 e 1999, com posterior elevação a partir daí (Gráfico 1). Essa situação ilustra uma das críticas feitas ao processo de valoração monetária dos recursos naturais e ambientais, que tomam por base o preço de mercado dos produtos substitutos, ficando, portanto, o custo da degradação ambiental preso às variações dos preços de mercado dos produtos utilizados na valoração. Na presente análise observam-se tendências de perdas físicas e de perdas monetárias, em certa medida, destoantes ao longo do tempo, com as últimas sendo fortemente influenciadas pelo comportamento declinante dos preços de mercado dos fertilizantes. Portanto, como salientado por Marques (1998), variações repentinas nos preços de mercado considerados como base para a valoração ambiental não significam, necessariamente, alterações bruscas na qualidade ambiental.



Fonte: Informações Econômicas, 1994 a 2003 (IEA) e Anuários Estatísticos de 1995 e 1996 (IEA). Nota: Deflator utilizado – Índice de Preços Pagos pelos agricultores (FGV).

4.2.1. UGRHI 12 – Baixo Pardo-Grande

Em termos gerais, é possível perceber que a área ocupada pela agricultura nesta Bacia diminuiu significativamente, passando de cerca de 515 mil hectares, em 1994, para, aproximadamente, 470 mil hectares em 2003. Percebe-se que a trajetória da área total ocupada pela agricultura segue claramente a tendência das culturas anuais, na medida em que, apesar das culturas anuais terem perdido espaço para as temporárias e reduzido sua participação na área ocupada total em cerca de 15pp. (pontos percentuais), (Tabela 29 e Apêndice 1 (a)), é preciso ressaltar que entre as anuais estão as culturas mais erosivas.

Tabela 29. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, por grupo de culturas, em %, de 1994 a 2003.

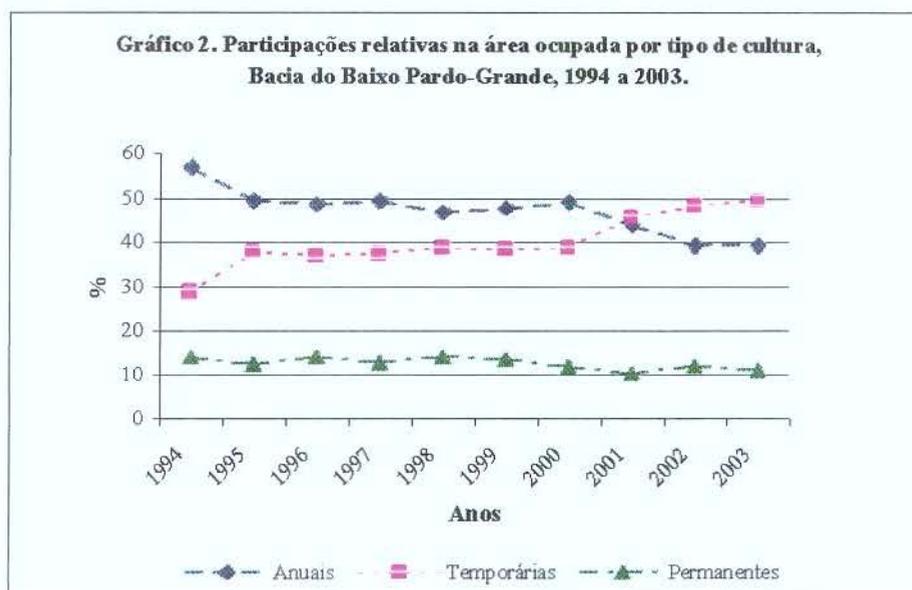
Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	56,98	28,86	14,16	100,00
1995	49,51	38,01	12,48	100,00
1996	48,70	37,11	14,20	100,00
1997	49,53	37,62	12,85	100,00
1998	46,91	38,87	14,21	100,00
1999	47,81	38,59	13,60	100,00
2000	49,22	38,90	11,88	100,00
2001	43,95	45,69	10,35	100,00
2002	39,41	48,45	12,14	100,00
2003	39,35	49,64	11,01	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Esta diminuição da participação da área ocupada pelas culturas anuais é resultado, principalmente, da redução de 35 mil hectares da área ocupada pela soja, bem como a redução na participação do cultivo de milho, com queda expressiva de cerca de 87 mil hectares, que em termos relativos significou passar de aproximadamente 45% da área ocupada pelas culturas anuais em 1994 e para 20% em 2003. Mesmo com a redução da participação da soja, esta cultura ainda representa algo em torno de 50% da área ocupada pelas culturas anuais, e muito provavelmente seja esta a explicação para o fato de que a área ocupada pelas culturas anuais, bem como as perdas físicas de solo estimadas para estas culturas, seguem a tendência da soja ao longo do período em questão. Entretanto, merece destaque o comportamento de outras culturas anuais, que obtiveram tendência de alta, passando de 5% para 18% da área ocupada pelas culturas anuais, resultado do aumento de 118pp. na área ocupada pelo sorgo⁹. São exatamente estas outras culturas que respondem pelo aumento das perdas físicas de solo ao longo do período.

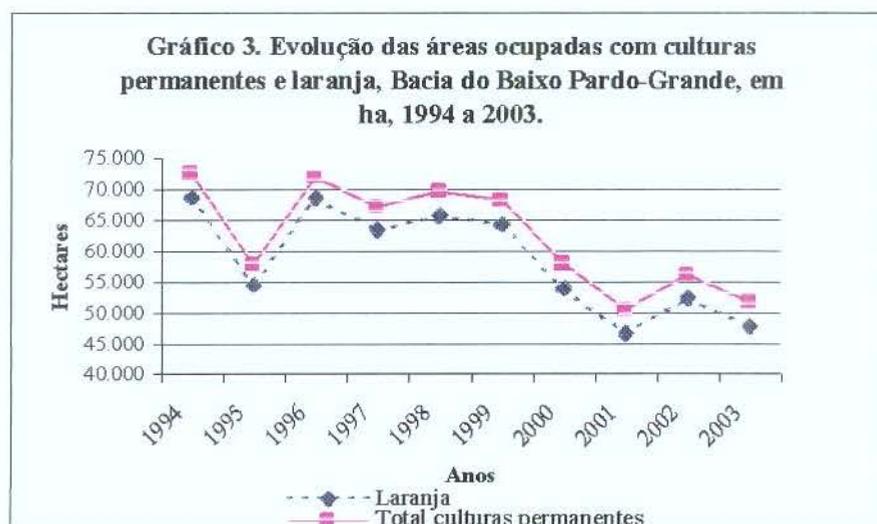
O aumento da área ocupada pelas culturas temporárias, as quais representavam cerca de 29% do total da área ocupada com agricultura em 1994, passando para quase 50% em 2003, é provavelmente, o reflexo da diminuição da área ocupada pelas anuais. A cana-de-açúcar é a principal responsável ao longo do período por esta expansão registrando um aumento em torno de 87 mil hectares até 2003. A substituição de culturas anuais pelo cultivo da cana-de-açúcar é evidente pelo gráfico 2, sendo possível perceber como a evolução da área ocupada pelas anuais e pela cana se comporta de maneira simétrica, porém em direções opostas em termos relativos. Mesmo considerando-se o aumento da área ocupada com culturas temporárias, especificamente com a cana, e, conseqüentemente, o aumento das perdas físicas de solo neste tipo de cultura, pode-se dizer que a tendência de diminuição da área ocupada com agricultura e das perdas físicas de solo nesta Bacia é resultado da substituição de culturas mais erosivas (por exemplo, a soja) por culturas menos erosivas, como é o caso da cana, que apresenta coeficiente de perdas médias de solo de 12 t/ha/ano, enquanto a soja apresenta uma média de 20,1 t/ha/ano, fato que impacta diretamente nos valores econômicos estimados para as perdas físicas de solo pela erosão agrícola.

⁹ Segundo Olivette *et al.* (2002), o aumento na área cultivada de sorgo provavelmente é reflexo de pesquisas que desenvolveram variedades híbridas de alta produtividade e ao estímulo dado ao consumo desse produto.

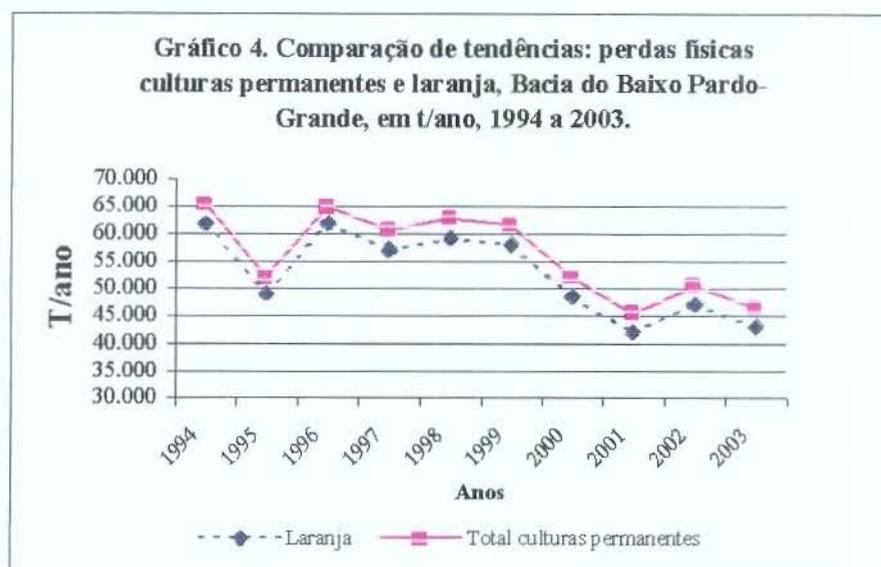


Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

No que toca às culturas permanentes, a Bacia do Baixo Pardo-Grande se destaca pelo cultivo da laranja, representando esta mais de 90% do total da área ocupada com culturas permanentes na Bacia, o que explica o fato de que tanto o movimento da área ocupada por culturas permanentes quanto as perdas físicas de solo advindas dessas culturas entre 1994 e 2003 evolua de forma semelhante ao comportamento da laranja (Gráficos 3 e 4). O que se observa ao longo do período é uma redução na área ocupada com o cultivo de laranja da ordem de cerca de 20 mil hectares, o mesmo ocorrendo com a área total ocupada com culturas permanentes. O resultado, conseqüentemente, é a obtenção de uma tendência de decréscimo das perdas físicas de solo para as culturas permanentes.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

Os custos econômicos associados à erosão do solo agrícola para a Bacia do Baixo Pardo-Grande, entre 1994 e 2003, foram estimados em termos médios, em cerca de R\$ 5,1 milhões/ano. Ao longo destes anos, o que se percebe é a queda acentuada das perdas monetárias nesta bacia, em virtude não só da redução da área ocupada com agricultura, mas principalmente pelo comportamento dos preços reais pagos pelos agricultores.

As culturas anuais representam, em média, 63,41% das perdas monetárias dessa bacia, ou seja, uma média de perdas anuais em torno de R\$ 3,2 milhões/ano, as culturas temporárias representam 36% dessas perdas totais representando, R\$1,8 milhões/ano, e com pouca expressão, a participação das culturas permanentes. Este cenário pode ser explicado pelo fato de que, apesar da área cultivada com as culturas anuais, bem como suas perdas físicas, terem diminuído entre 1994 e 2003, o conjunto dessas culturas apresenta os maiores coeficientes de perdas médias de solo por ano. Além disso, na média, as culturas anuais representam cerca de 7% a mais na área ocupada com agricultura nesta bacia em comparação com as culturas temporárias.

Entretanto, cabe ressaltar o fato de que, mesmo com uma maior representação entre as perdas monetárias médias, a tendência verificada para as culturas anuais ao longo do período em questão é de queda de cerca de R\$ 3 milhões entre 1994 e 2003. Essa mesma tendência de queda para as perdas monetárias, ao longo dos dez anos pesquisados, também é observada nas culturas permanentes, as quais reduziram suas perdas monetárias em R\$ 40 mil entre 1994 e 2003 (Gráficos 5 e 6). Já as culturas temporárias tiveram suas perdas monetárias situadas em torno de R\$ 1,8 milhões entre 1994 e 2003, mas com tendência

ascendente, evolução esta que acompanha os aumentos da área ocupada por estas culturas bem como das perdas físicas de solo (Gráfico 7).



Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa.

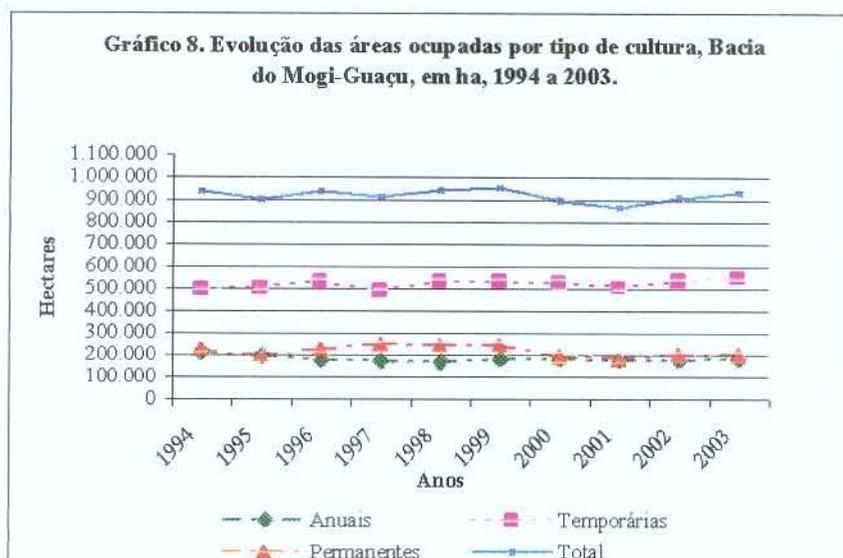
4.2.2. UGRHI 09 – Mogi-Guaçu

Entre 1994 e 2003, a área ocupada com agricultura na Bacia do Mogi-Guaçu manteve-se praticamente inalterada, oscilando entre 900 mil e 950 mil hectares de terra cultivada (Gráfico 8). A mesma tendência se verifica para as perdas físicas de solo, situadas em torno de 10,5 milhões de t/ano.

Tabela 30. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas da Bacia do Mogi-Guaçu, por grupo de cultura, em %, período de 1994 a 2003

Usos/ Anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	22,75	53,07	24,18	100,00
1995	21,72	56,28	22,00	100,00
1996	18,74	56,73	24,53	100,00
1997	18,86	53,85	27,29	100,00
1998	17,61	56,31	26,08	100,00
1999	18,79	55,53	25,69	100,00
2000	20,01	58,27	21,72	100,00
2001	19,95	58,88	21,17	100,00
2002	19,30	58,82	21,87	100,00
2003	19,30	59,18	21,53	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

No que toca às culturas anuais, verificou-se uma queda de, aproximadamente, 34 mil hectares na área ocupada em 2003 em relação a 1994. O reflexo de tal tendência é evidente também nas perdas físicas de solo, na medida em que estas também sofreram uma queda em torno de 900 mil toneladas.

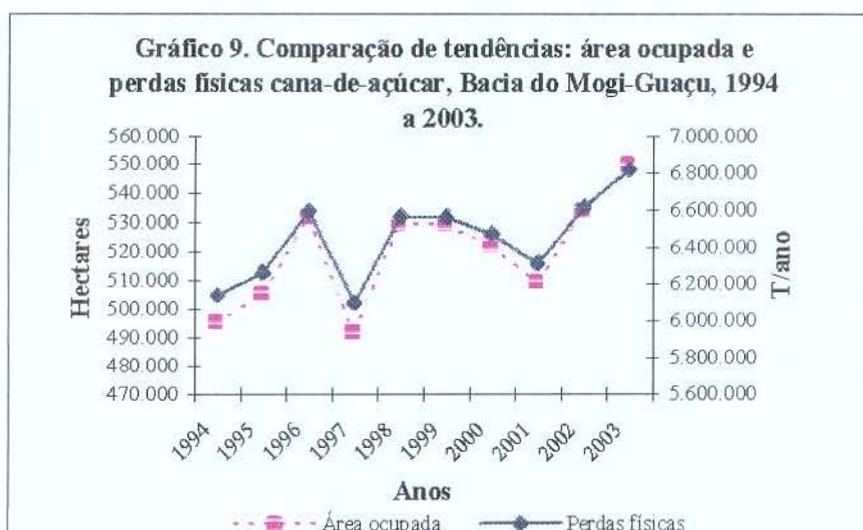
Dentre as culturas anuais na Bacia do Mogi-Guaçu, vale ressaltar o cultivo do arroz que, em 1994, ocupava 18 mil hectares, representando cerca de 8% da área ocupada e em 2003 reduziu-se a apenas 2 mil hectares ou seja, 1% da área. Olivette *et al.* (2002) encontram explicação para esta expressiva tendência de queda no plantio do arroz no estado, nos baixos preços recebidos pelos agricultores. Esta situação reflete diretamente nas perdas físicas de solo, na medida em que o arroz é a terceira cultura mais erosiva dentre as anuais. Também em movimento de queda na área ocupada, o amendoim que ocupava 25 mil hectares de terra em 1994, passou a ocupar 15 mil hectares em 2003. Sendo este a segunda cultura a mais erosiva entre as culturas anuais, dado seu coeficiente técnico de perdas médias de solo, a expressiva redução no seu plantio reflete diretamente na diminuição das perdas físicas de solo no grupo das culturas anuais na Bacia do Mogi-Guaçu.

Em contrapartida à redução da área ocupada nestas duas culturas mais erosivas (arroz e amendoim), verificou-se o aumento da participação relativa da área ocupada pelo milho em 5% do total ocupado pelas culturas anuais. Outra cultura que mostrou expansão foi a soja, aumentando em 4 mil hectares a área de plantio entre 1994 e 2003.

Outro fato que também evidencia a queda das perdas físicas de solo nesta Bacia é o aumento da área ocupada para o cultivo da cana-de-açúcar ao longo do período, com uma elevação de 50 mil hectares entre 1994 e 2003. Isto é, o aumento do cultivo da cana em detrimento de outras culturas mais erosivas, como foi o caso do arroz e do amendoim, contribuiu para esta tendência de queda das perdas de solo advindas do processo erosivo. Esta substituição acarretou alterações nas perdas de solo porque a cana causa em média, uma perda de 12,4 t/ha/ano de terra, número bem inferior quando comparado com o do arroz e do amendoim, de 25,1 e 26,7 t/ha/ano, respectivamente. Sendo a cana pertencente ao grupo de culturas temporárias, este aumento no seu plantio foi o principal responsável pelo aumento de área das temporárias na Bacia do Mogi-Guaçu. Como consequência da expansão da cultura da cana além do processo de substituição das culturas, ocorreu em termos absolutos, uma elevação das perdas de solo nas culturas temporárias ao longo do período, subindo de 6,2 milhões de toneladas de terra em 1994 para, aproximadamente, 7 milhões em 2003.

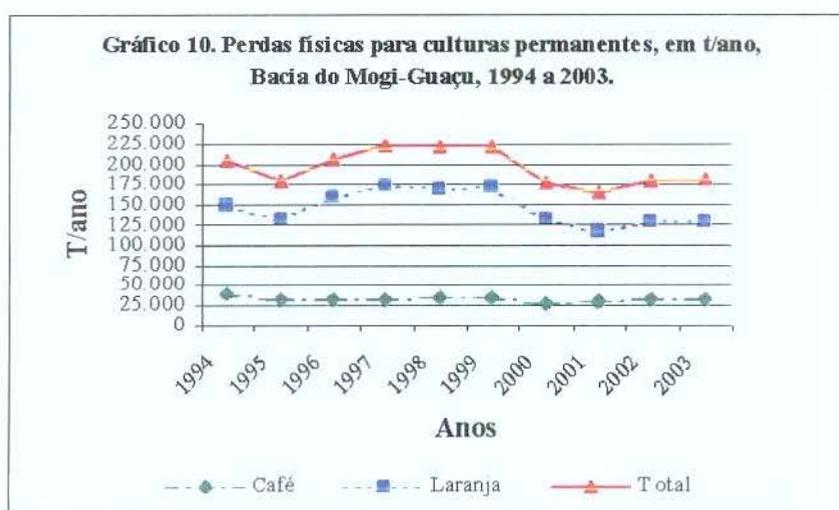
Entretanto, o movimento apresentado pela área ocupada com a cana-de-açúcar ao longo do período mostra uma forte queda entre 1996 e 1997 (redução de cerca de 40 mil hectares ocupados), seguida de expressivo aumento já em 1998 retornando ao patamar de 1996 de 530 mil hectares. Esta queda de, aproximadamente, 40 mil hectares destinados ao cultivo da cana entre 1996 e 1997 é resultado, em grande medida, da diminuição da área cultivada com a cana nos municípios de Guataparará, Pradópolis e Santa Cruz das Palmeiras. De acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), estes municípios reduziram a área cultivada com a cana em 62,2%, 40% e 90%, respectivamente, entre 1996 e 1997¹⁰, representando uma diminuição de 30 mil hectares ocupados com a cana-de-açúcar. Esta mesma tendência é verificada nas perdas físicas de solo para as culturas temporárias, dado que o cultivo da cana representa em torno de 99% do cultivo de culturas temporárias, daí a grande influência do movimento da cana no movimento total da área ocupada por estas culturas (Gráfico 9).

¹⁰ Segundo dados da PAM, a cidade de Guataparará possuía 22 mil hectares em 1996 destinados à cana, caindo para apenas 8,3 mil hectares em 1997. O município de Pradópolis respondia por 15 mil hectares de área ocupada com esta cultura em 1996, caindo para 9 mil hectares em 1997. Já o município de Santa Cruz das Palmeiras, que ocupava 11 mil hectares com a cana, passou a ocupar apenas 1,1 mil hectares em 1997.



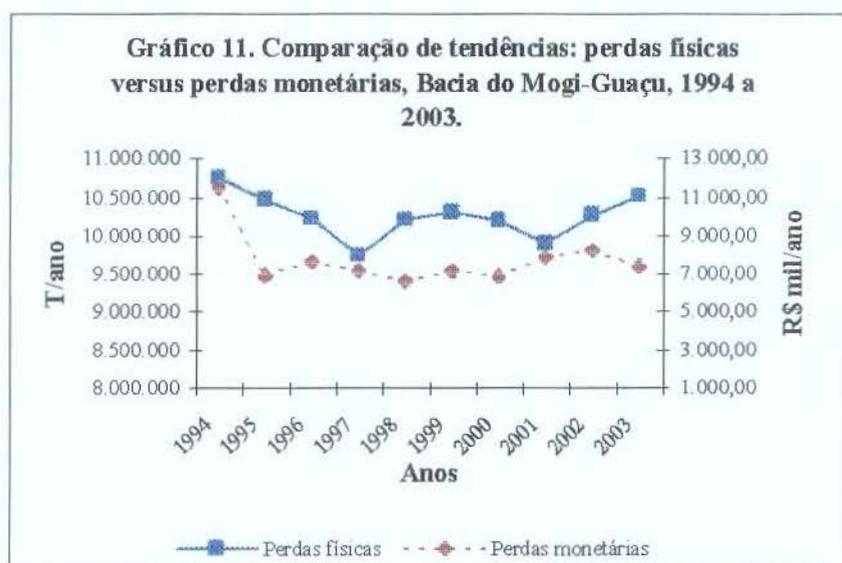
Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Dados da pesquisa.

Em relação às culturas permanentes, verifica-se que a tendência global para estas culturas segue exatamente a tendência do comportamento da laranja, o que pode ser explicado pelo fato de que a laranja é responsável por cerca de 70% da área ocupada pelas culturas permanentes ao longo do período. Assim, o que se observa é que, entre 1994 e 2003, a área ocupada pelo cultivo de laranja reduziu-se em 20 mil hectares, o mesmo valendo para as perdas físicas de solo, que em 2003 registraram queda de 20 mil toneladas. Mas, vale destacar o comportamento da laranja que, entre 1995 e 1997 apresentou tendência de aumento da área ocupada e, a partir de 1999, passou a registrar uma queda, o que também pode ser observado no comportamento da área ocupada pelo café e pelas outras culturas permanentes. Esta mesma tendência observada na área ocupada pelas culturas permanentes é a mesma observada nas perdas físicas de terra para este tipo de cultura (Gráfico 10).



Fonte: Dados da pesquisa.

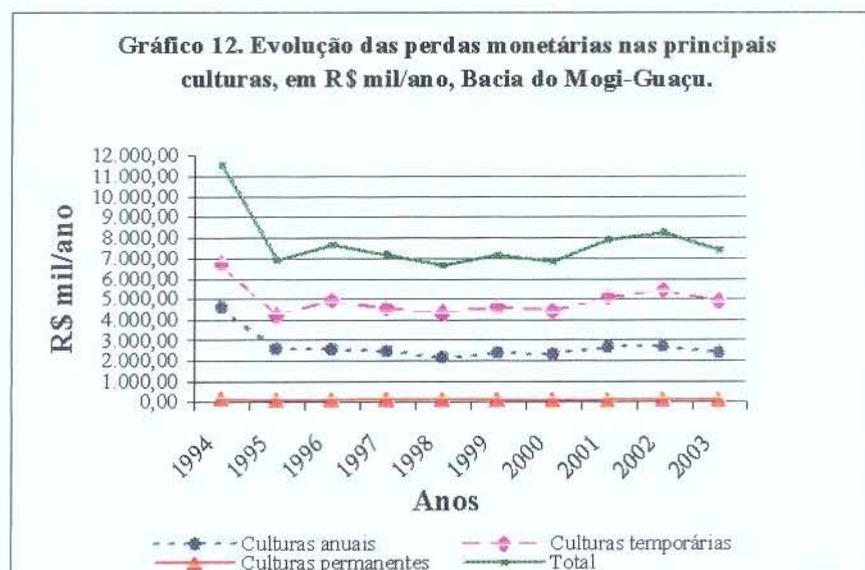
As perdas monetárias médias estimadas para a Bacia do Mogi-Guaçu, entre 1994 e 2003, foram de aproximadamente R\$ 7,7 milhões/ano, com expressiva participação das culturas temporárias, as quais representam cerca de 63% desta média. Em 1994 essas culturas compunham 53% da área total ocupada com agricultura nesta bacia, aumentando, em 2003, para 59%. Para a bacia como um todo, a tendência verificada ao longo do período foi de queda nas perdas monetárias, tendo em vista a questão da influência da evolução decrescente dos preços reais dos fertilizantes agrícolas pagos pelos agricultores. Esta influência nos resultados não pode ser desconsiderada também para a Bacia do Mogi-Guaçu, já que em relação às perdas físicas, a bacia apresentou relativa estabilidade (Gráfico 11) ao longo do período, enquanto as perdas monetárias estimadas reduziram-se em torno de R\$ 3,8 milhões em 2003 em comparação a 1994.



Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar da tendência de aumento da área ocupada com a cana-de-açúcar ao longo do período, observa-se queda expressiva nas estimativas monetárias referentes ao valor da degradação do recurso solo nas culturas temporárias entre 1994 e 1995 e posterior aumento a partir do ano 2000 até 2003. Enquanto em 1994 essas culturas eram responsáveis por R\$ 6,7 milhões em perdas de solo, em 2003 esse número se reduz para, aproximadamente, R\$ 4,9 milhões. Esse comportamento de queda das perdas monetárias também é verificado para as culturas anuais e para as culturas permanentes, com reduções estimadas para a

perda de solo da ordem de, respectivamente, R\$ 2,2 milhões e R\$ 93 mil em 2003 (ver gráfico 12).

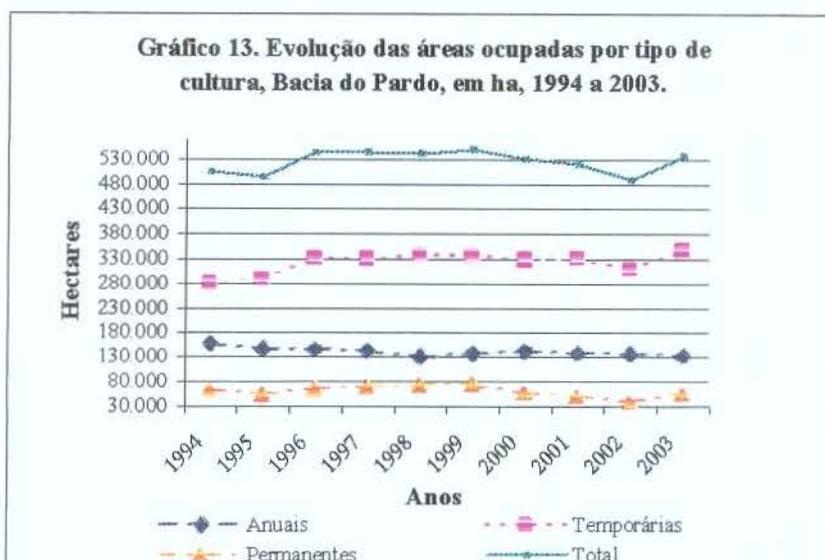


Fonte: Dados da pesquisa.

Portanto, é preciso ressaltar também para a Bacia do Mogi-Guaçu a influência exercida pelo comportamento dos preços pagos pelos produtores, comportamento este que reflete uma tendência de queda dos preços reais dos fertilizantes agrícolas ao longo do período. Percebe-se que a evolução das perdas monetárias de solo estimadas para esta bacia apresentam a mesma tendência verificada na Bacia do Baixo Pardo-Grande, o que evidencia o impacto da variável preços reais pagos pelos agricultores nas estimativas de custo da degradação.

4.2.3. UGRHI 04 – Pardo

A Bacia do Pardo apresentou, entre 1994 e 2003, uma elevação de, aproximadamente, 290 mil toneladas (ou 4% em relação a 1994) de solo perdidas pela erosão. Este fato pode ser explicado pelo aumento de 50 mil hectares na área ocupada com a agricultura, entre 1994 e 2003, o que representa um aumento de 6% na área ocupada (Gráfico 13). Faz-se necessária uma breve análise do movimento na área ocupada e nas perdas físicas de solo por tipo de cultura para o melhor entendimento deste cenário.



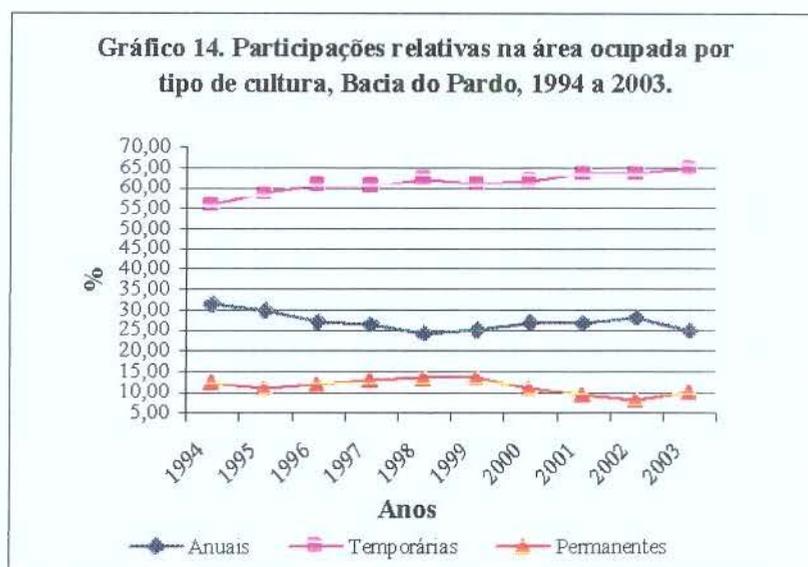
Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

No que toca à área ocupada por tipo de cultura, na Bacia do Pardo verifica-se, ao longo do período estudado, um incremento na área ocupada pelas culturas temporárias que, em 1994 representavam cerca de 55% da área cultivada total da bacia, representando, em 2003, 65% (Tabela 31 e Gráfico 14). Tal fato representa um aumento de 66 mil hectares destinados ao cultivo das culturas temporárias, especificamente ao cultivo da cana-de-açúcar, cuja área cultivada aumentou em torno de 66 mil hectares, entre 1994 e 2003, o que significa um aumento de 23. Este aumento na área ocupada por culturas temporárias, com destaque para a cana-de-açúcar, explica a tendência de elevação das perdas físicas de solo para as culturas temporárias (1 milhão de toneladas de terras perdidas a mais em 2003 em relação a 1994).

Tabela 31. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas da Bacia do Pardo, por grupo de cultura, em %, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas Temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	31,41	56,00	12,59	100,00
1995	29,84	58,93	11,23	100,00
1996	26,95	60,95	12,10	100,00
1997	26,37	60,60	13,03	100,00
1998	24,18	62,23	13,59	100,00
1999	25,01	61,22	13,77	100,00
2000	26,90	61,88	11,21	100,00
2001	26,68	63,67	9,64	100,00
2002	28,02	63,64	8,34	100,00
2003	24,79	64,85	10,36	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

Em contrapartida, observa-se um declínio da participação das culturas anuais com redução de 25 mil hectares, as quais em 1994 ocupavam aproximadamente 32% da área cultivada total da bacia, declinando para 25% em 2003, o que pode ser explicado pelo aumento do cultivo da cana-de-açúcar, em detrimento das culturas anuais. Esta diminuição da participação das culturas anuais na área cultivada da Bacia do Pardo representou também uma redução de 500 mil toneladas de perdas físicas de solo ao longo do período. Vale ressaltar a importância da soja neste contexto, na medida em que esta cultura representava cerca de 37% das culturas anuais em 1994, caindo para 26% em 2003, enquanto o milho teve sua participação aumentada na área cultivada (Gráfico 15). Este fato se reflete na redução das perdas físicas de 18% entre 1994 e 2003, na medida em que a soja é uma cultura mais erosiva do que o milho, cuja perda média de terra é de 12 t/ha/ano, enquanto a da soja é de 20,1 t/ha/ano¹.

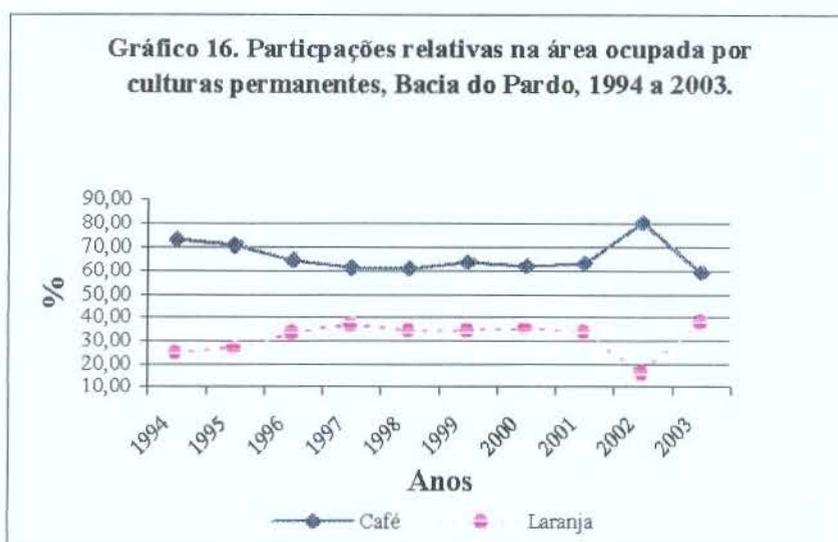
¹ Observar que nestes cálculos não estão sendo considerados as possibilidade de plantio direto. Os coeficientes técnicos refletem os sistemas de produção adotados no período em que foram efetuados os levantamentos por Belinazzi Junior *et al.* (1981).



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

As culturas permanentes apresentam uma tendência de manutenção da área ocupada em torno de 10% a 12% entre 1994 e 2003. Mas, em termos absolutos, observa-se uma queda na área ocupada pelas culturas permanentes de, aproximadamente, 8 mil hectares. Dentre as culturas permanentes, vale ressaltar a redução de 15% da área destinada ao cultivo do café, o que representa uma queda em torno de 10 mil hectares cultivados. Entretanto, em termos relativos, houve aumento da participação da laranja de 25%, em 1994, para 40% em 2003 da área ocupada por culturas permanentes (Gráfico 16).

No que toca às perdas de solo, as culturas permanentes apresentaram tendência de alta entre 1995 e 1999, resultado do aumento da área principalmente para o cultivo de laranja. Entretanto, entre 2000 e 2002, as perdas físicas de solo passaram a declinar em virtude da redução da área destinada ao cultivo do café e da laranja. Portanto, verifica-se a mesma tendência entre a área ocupada pelas culturas permanentes e as perdas físicas de solo (Gráfico 17).

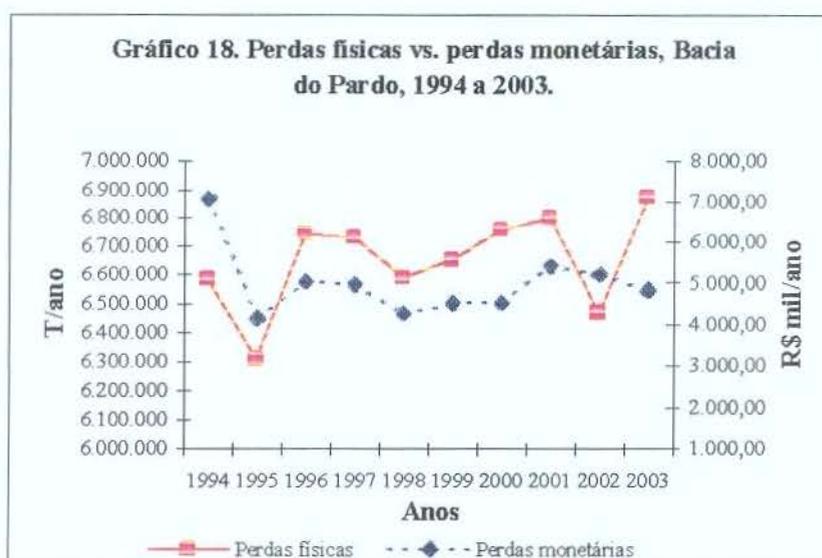


Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.



Fonte: Dados da pesquisa.

As perdas médias estimadas, referentes ao valor da degradação do recurso solo, em equivalente de fertilizantes, foram de cerca de R\$ 5 milhões/ano para a Bacia do Pardo. Entretanto, esta bacia, assim como as duas outras já analisadas, apresentou tendência de queda nas perdas monetárias em torno de R\$ 2,9 milhões entre 1994 e 2003 em contrapartida ao aumento das perdas físicas de solo verificado nesta bacia entre 1994 e 2003 (gráfico 18). Cabe enfatizar, novamente, a forte influência exercida pela evolução dos preços pagos pelos agricultores, medidos em valores constantes de 1994, sobre as estimativas monetárias e, portanto, sobre a acentuada tendência de queda nestas estimativas entre 1994 e 1995.



Fonte: Dados da pesquisa.

As culturas temporárias representam cerca de 60% das perdas médias estimadas para a Bacia do Pardo, ou seja, foram responsáveis por uma perda média de solo de R\$ 3,0 milhões/ano, entre 1994 e 2003. Não se pode esquecer do fato de que estas culturas, especialmente a cana-de-açúcar, correspondem à maior parte da área ocupada com agricultura nesta bacia, tendo sua área cultivada aumentada em 66 mil hectares ao longo do período estudado, daí a importância de sua participação dentro das perdas médias estimadas para a bacia como um todo. Por este aumento de área ocupada, as culturas temporárias apresentaram redução nas perdas monetárias de solo apenas entre 1994 e 1995, com elevação a partir de 2000.

Para as culturas anuais e permanentes também fica evidente a redução das perdas monetárias estimadas. As culturas anuais sofreram redução nas perdas físicas entre 1994 e 2003, assim como ocorreu com as perdas monetárias, o mesmo raciocínio ocorrendo também para as culturas permanentes.

4.2.4. O Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo apresentou tendência de relativa manutenção da área total ocupada com agricultura entre 1994 e 2003, com pequeno aumento em 2003 de cerca de 220 mil hectares em relação a 1994. Em relação à distribuição desta área ocupada entre as principais culturas, nota-se, ao longo do período estudado, o aumento da participação das culturas temporárias em detrimento das culturas anuais (Gráfico 19). No que toca às culturas permanentes, a posição em 2003 manteve-se praticamente a mesma de 1994 em

termos absolutos, mas sua participação na área total ocupada apresentou pequena queda em termos relativos de 18,41% para 16,65%, respectivamente.

Tabela 32. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas do Estado de São Paulo, por grupo de cultura, em %, período de 1994 a 2003

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	44,90	36,69	18,41	100,00
1995	43,15	39,30	17,55	100,00
1996	38,73	42,31	18,96	100,00
1997	39,22	41,42	19,37	100,00
1998	36,92	43,03	20,05	100,00
1999	38,23	41,84	19,93	100,00
2000	38,21	43,92	17,87	100,00
2001	38,12	44,75	17,12	100,00
2002	37,18	45,53	17,28	100,00
2003	37,63	45,72	16,65	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.

Essa constatação de diminuição da participação das culturas anuais em, aproximadamente, 350 mil hectares resultou, principalmente, das quedas no cultivo de milho em torno de 195 mil hectares, no cultivo do arroz em cerca de 80 mil hectares, no plantio do algodão², caindo de 150 mil hectares em 1994 para cerca de 65 mil em 2003, no

² A diminuição da área ocupada com a cultura do algodão pode ser justificada pela perda de competitividade dos produtores nacionais frente ao mercado internacional, além da menor qualidade, baixo rendimento agrícola e custo de produção mais alto nas lavouras tradicionais (Olivette *et al.*, 2002).

cultivo do feijão em aproximadamente 110 mil hectares. Em contrapartida, vale ressaltar o aumento do cultivo da soja em cerca de 90 mil hectares, bem como da participação de outras culturas anuais, as quais passaram a responder, em 2003, por cerca de 50 mil hectares a mais, graças ao desempenho do sorgo, cujo cultivo aumentou em torno de 55 mil hectares. Essa tendência geral de redução da área ocupada com culturas anuais se traduziu também em redução das perdas físicas, o que representou uma queda de cerca de 9 milhões de toneladas de solo perdidas em 2003 em comparação a 1994.

Este processo de redução da área ocupada com culturas anuais resulta também do aumento da participação das culturas temporárias ao longo do período, as quais passaram a responder por mais de 45% do total da área ocupada do Estado com agricultura em 2003, o que significa um aumento de, aproximadamente, 645 mil hectares a mais ocupados com culturas temporárias. Este resultado é, sem dúvida, explicado pelo expressivo aumento do cultivo da cana-de-açúcar em todo o Estado de São Paulo, revelando um aumento também de cerca de 645 mil hectares em 2003 em relação a 1994, ou seja, uma expansão de 30% na área ocupada com cana. É preciso levar em conta a importância do cultivo da cana-de-açúcar na região Sudeste e, em especial, no Estado de São Paulo, responsável por cerca de 57% da produção nacional e de cerca de 50% da área cultivada em todo o país. O aumento expressivo da área ocupada com a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, durante a década de 90, está ligado, em grande parte, ao desempenho do setor sulcroalcooleiro, da produção de álcool anidro e de álcool hidratado, bem como à produção de açúcar (IEA).

Além dessas razões, Olivette *et al* (2002) justifica o ganho de área com esta cultura também em função dos arrendamentos de terra efetuados pelas usinas nas proximidades de suas unidades industriais. Tal mudança implicou em vantagens quanto à produtividade e, conseqüentemente, redução de custos. Somam-se a isso as condições favoráveis de competitividade presente no Estado de São Paulo. Vale ressaltar também o excelente desempenho das exportações brasileiras ligadas à cultura da cana. O Brasil é uma das principais forças que influenciam o mercado internacional do açúcar, sendo o maior exportador com 12% do volume negociado. Destaque para a região Centro-Sul, cujas exportações cresceram 2500% no início da década de 90. Aliado a isto, verificou-se um aumento do consumo de açúcar por parte dos países do bloco asiático, em particular a Índia, e por parte dos grandes e já tradicionais importadores, como Japão, China e Rússia (BNDES, 1995).

Mesmo com esta grande elevação na área ocupada pela cana, as perdas físicas totais de solo do Estado de São Paulo originárias da erosão agrícola apresentaram queda ao longo do período, se estabilizando em 2003 praticamente no mesmo patamar de 1994 de 90 milhões de toneladas de terra carregadas pela erosão. Este fato pode ser explicado pois, mesmo com o expressivo aumento do plantio da cana, esta é uma cultura menos erosiva se comparada com as culturas anuais que foram substituídas ao longo do período, considerando-se os coeficientes técnicos de perdas médias de solo em toneladas por ano.

No que toca às culturas permanentes, percebe-se a mesma tendência observada nas Bacias do Pardo e do Mogi-Guaçu em relação ao comportamento deste tipo de cultura e da evolução da área ocupada pela laranja. Constatou-se, dessa forma, um aumento na área ocupada com a laranja entre 1995 e 1999 da ordem de cerca de 200 mil hectares e, a partir desse mesmo ano, esta tendência se reverte e o que se vê é uma queda na área ocupada pela laranja, mantendo-se estável em torno de 600 mil hectares até 2003. Este mesmo comportamento da laranja é verificado para a área total ocupada com culturas permanentes para o Estado de São Paulo, ou seja, aumento entre 1995 e 2003 de cerca de 200 mil hectares e, a partir de 1999, redução desse patamar, que volta a alcançar em 2003 aproximadamente 1 milhão de hectares ocupados com estas culturas. Essa mesma tendência também foi observada para as perdas físicas de solo advindas da ocupação com culturas permanentes (Gráficos 20 e 21). Uma possível explicação para a redução da área ocupada com laranja a partir de 1999, tanto nas Bacias Hidrográficas do Baixo Pardo-Grande, Mogi-Guaçu e Pardo quanto em todo o Estado de São Paulo, é o aumento da incidência da doença denominada cancro cítrico a partir deste mesmo ano³. De acordo com Santo (2001), o cancro cítrico é uma das doenças mais perturbadoras da lavoura de laranja. A única maneira de eliminar o cancro cítrico é a erradicação das plantas contaminadas, na medida em que não existe controle químico para a doença, o que leva, inevitavelmente, à redução da área ocupada.

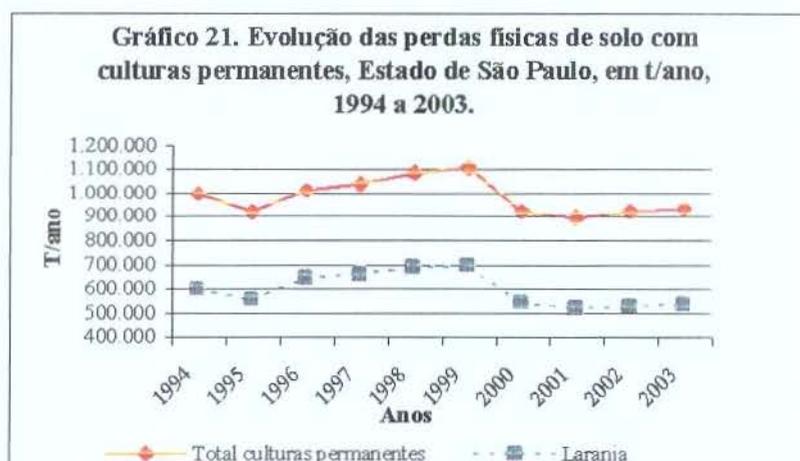
Em relação às outras culturas permanentes, o café foi o único a apresentar diminuição na área ocupada em torno de 45 mil hectares entre 1994 e 2003. Em contrapartida, a banana teve sua área de cultivo aumentada em cerca de 40 mil hectares e as

³Doença causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, o cancro cítrico ataca todas as variedades e espécies de citros e constitui-se numa das mais graves doenças da citricultura brasileira. Dados a respeito da incidência do cancro no Estado de São Paulo disponíveis em www.fundecitrus.com.br.

outras culturas permanentes elevação de cerca de 20 mil hectares, com destaque para o cultivo de limão, cuja área ocupada aumentou em torno de 10 mil hectares.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE). Elaboração própria.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para o Estado de São Paulo, as perdas médias estimadas foram de R\$ 57,5 milhões/ano. Considerando-se a tendência de manutenção da área ocupada com agricultura e das perdas físicas de solo estimadas entre 1994 e 2003, fica evidente que o comportamento das perdas monetárias novamente confirma a influência da evolução dos preços dos fertilizantes em termos reais (Gráfico 22), na medida em que a área ocupada permaneceu praticamente estável e os coeficientes técnicos de perdas médias de solo por cultura (Bellinazzi Junior *et al.*, 1981) são fixos ao longo do período em questão.



Fonte: Dados da pesquisa.

As culturas temporárias apresentaram elevação da área ocupada e das perdas físicas de solo entre 1994 e 2003, resultado também observado nas três bacias objetos de estudo. Entretanto, as perdas monetárias e físicas estimadas referentes às culturas temporárias ficaram abaixo dos valores estimados para as culturas anuais, mesmo com estas perdendo espaço para o cultivo da cana-de-açúcar. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que, apesar da tendência de diminuição da área ocupada em relação às culturas temporárias, as culturas anuais apresentam-se bem mais erosivas do que a cana-de-açúcar, ou seja, com coeficientes de perdas médias de solo bem mais expressivos, como é o caso do algodão, amendoim, arroz e, principalmente, do feijão e da soja.

Assim, percebe-se uma tendência geral nas três bacias objetos de estudo e no Estado de São Paulo de diminuição considerável das perdas monetárias estimadas entre 1994 e 1995, com elevação desses valores após 2000, tendo em vista o comportamento apresentado pelos preços dos fertilizantes agrícolas.

4.3. Novas estimativas do custo de reposição do solo para o Estado de São Paulo

4.3.1. Etapas para o cálculo das novas estimativas

A título de comparação com outros estudos a respeito dos custos internos gerados pelo processo erosivo, fez-se necessário um novo cálculo para as estimativas da degradação do solo a partir da aplicação do método do custo de reposição para o Estado de São Paulo. Grande parte dos estudos aqui considerados apresenta os dados monetários em dólares e, desse modo, decidiu-se pela conversão dos valores correntes dos preços dos fertilizantes para dólares, considerando-se a evolução da taxa de câmbio nominal Real/Dólar. A série

mensal da taxa de câmbio para o dólar comercial de venda entre 1994 e 2003 foi obtida juntamente ao Banco Central do Brasil (BCB) e, posteriormente, os preços dos fertilizantes foram convertidos para dólares a partir das médias anuais da taxa de câmbio calculadas (Apêndices 6 (a) e (b)).

Assim, estimou-se o custo de reposição do solo no Estado de São Paulo em dólares a partir dos preços correntes dos fertilizantes expressos em dólares e das perdas físicas estimadas a partir dos coeficientes técnicos das culturas e da área ocupada (Apêndices 6 (c)). O Valor Bruto da Produção Agrícola (VBPA) do Estado de São Paulo também foi convertido em dólares o que permitiu que o VBPA ajustado ambientalmente para o Estado de São Paulo permitisse comparações mais precisas com outros estudos (Apêndices 6 (d) a (g)). Ademais, vale ressaltar que a conversão dos valores correntes para dólares também possibilita a eliminação, em parte, dos efeitos inflacionários, por se tratar de uma moeda mais estável do que a moeda brasileira, além, é claro, de permitir a apropriadas comparações com outros estudos.

4.3.2. O comportamento da taxa de câmbio real/dólar entre 1994 e 2003.

Antes de iniciar a análise dos resultados encontrados para o Estado de São Paulo, faz-se necessária uma breve exposição acerca do comportamento da taxa de câmbio real/dólar utilizada, na medida em que tal variável, de certa forma, influenciou na evolução dos resultados estimados.

Ao longo do período estudado, a estimativa monetária de depreciação do recurso solo para o Estado de São Paulo apresentou queda, resultado da influência do sentido da evolução da taxa de câmbio neste intervalo de tempo sobre o valor bruto da produção agrícola (Gráficos 23 e 24)

É preciso levar em conta que o período estudado, 1994 a 2003, coincide com a implementação do Plano Real. Na tentativa de controlar a inflação, o Plano Real foi elaborado objetivando a estabilidade dos preços e, para tal, utilizou-se uma âncora cambial, de modo que, a partir de 1º de julho de 1994, a taxa de câmbio real/dólar foi fixada na proporção de 1 para 1. Esta sobrevalorização artificial do câmbio, acompanhada de uma política de abertura comercial da economia brasileira, elevou de forma acentuada os coeficientes de importação, de modo que os fertilizantes agrícolas importados (sulfato de

amônio, superfosfato simples e calcário dolomítico) tiveram seus preços reduzidos de forma expressiva entre 1994 e 1995 em termos reais, o que pode ser verificado também com uma queda acentuada nas estimativas monetárias de degradação do solo, para as três bacias e para o Estado de São Paulo, vis-à-vis os impactos da sobrevalorização cambial e da liberalização de importações.



Fonte: Banco Central do Brasil (BCB). Elaboração própria



Fonte: Dados da pesquisa.

O que se observa após esta acentuada queda entre 1994 e 1995 é um aumento dos preços dos fertilizantes entre 1998 e 1999. Este comportamento também esteve ligado à condução da política cambial no período. Ainda sob a implementação do Plano Real, é preciso ressaltar que a possibilidade de utilização da âncora cambial sobrevalorizada artificialmente (1:1) só foi possível graças a um cenário internacional favorável no que toca aos fluxos de capitais, processo favorecido no Brasil pela liberalização financeira que

acompanhava nossa economia desde o início da década de 90. Dessa forma, a entrada expressiva de capitais no país possibilitou a adoção do regime de câmbio fixo de forma a manter esta paridade até 1998, quando, em virtude das crises asiática (1997) e russa (1998), o movimento nos fluxos internacionais de capitais se inverteu, culminando na fuga de capitais da economia brasileira. Como resultado, a mudança forçada de um regime de câmbio fixo para câmbio flutuante, no início de 1999, implicou em uma desvalorização acentuada do real frente ao dólar. Todo este movimento de desvalorização cambial afetou, em certa medida, o comportamento dos preços, em especial dos preços dos fertilizantes agrícolas.

Ainda em relação à trajetória da taxa de câmbio, em 2002 verificou-se outro aumento significativo, tendo em vista o cenário político no ano eleitoral. A possibilidade de eleição de um líder de esquerda era vista com receio por parte do mercado financeiro internacional, elevando a fuga de capitais da economia brasileira e, dessa forma, culminando em nova e expressiva desvalorização cambial. Confirmada a eleição de um partido de esquerda no Brasil, o que se viu em 2003, entretanto, foi a condução da política econômica dentro dos moldes dos anos anteriores, impactando na taxa de câmbio de modo a atenuar a desvalorização verificada no ano anterior. Este processo se refletiu nos preços agrícolas com uma pequena queda em 2003 em termos reais.

Percebe-se, portanto, que o comportamento de queda das estimativas monetárias de perda de solo refletem também a influência do comportamento da taxa de câmbio real/dólar sobre os preços dos fertilizantes e sobre o valor bruto da produção agrícola do Estado de São Paulo como um todo, com uma queda entre 1994 e 2003. Entretanto, esta diminuição é reflexo de uma relação cambial que descola das relações de mercado, evidenciando muito mais uma desvalorização cambial da ordem de 229% de 1994 para 2003 do que, de fato, uma abrupta queda no valor bruto da produção agrícola.

4.3.4. Comparação com outros estudos

As perdas médias estimadas foram de US\$ 89,2 milhões/ano para o Estado de São Paulo. Esses resultados encontram-se certamente distantes e muito abaixo de outras estimativas encontradas por outros estudos também para o Estado de São Paulo.

Primeiramente, pode-se citar os resultados encontrados por Bellinazzi Junior *et al.* (1981), de cerca de US\$ 200 milhões/ano de perdas de solo pelo processo erosivo. É

preciso ressaltar as diferenças metodológicas para a melhor compreensão dos desvios. Neste primeiro trabalho, foram incluídas também para o cálculo das estimativas as áreas ocupadas com pastagens, floresta natural e reflorestamento, além das áreas urbanas erosivas e estradas do Estado de São Paulo, enquanto no presente trabalho considerou-se apenas a área ocupada com agricultura (culturas anuais, temporárias e permanentes), o que representa apenas 25%, em média, da área total do Estado de São Paulo. De fato, os resultados encontrados na presente pesquisa certamente tenderam a valores inferiores aos encontrados por Bellinazzi Junior *et al.* (1981), tendo em vista que a base inicial dos cálculos, o total da área ocupada é muito inferior à utilizada pelos referidos autores. Outro ponto a se destacar refere-se ao período de tempo diferente em que foram realizados os estudos, uma vez que as variáveis monetárias dependem fundamentalmente do comportamento dos preços no período.

Bem próximos dos valores estimados por Bellinazzi Junior *et al.* (1981) estão os resultados encontrados por Bastos Filho (1995), com perdas médias estimadas na ordem de US\$ 176 milhões/ano. Entretanto, aqui também se encontram diferenças metodológicas expressivas, já que o autor levou em conta, para seus cálculos, não somente o preço dos fertilizantes, como no presente estudo, mas também o custo de aplicação destes fertilizantes. Acrescenta-se a isso o fato de que, assim como Bellinazzi Junior *et al.* (1981), Bastos Filho (1995) considerou também, além da área ocupada com agricultura, as áreas referentes às atividades pecuárias e florestais, conduzindo, certamente, a valores bem mais expressivos do que os encontrados no presente trabalho.

Em um estudo sobre a conservação do solo no Estado de Paraná, Sorenson & Montoya (1989)⁴ estimaram os custos para a reposição de nutrientes perdidos com a erosão variando entre US\$ 121 milhões a US\$ 242 milhões ao ano. Estes autores concluíram que seriam necessários investimentos de cerca de US\$ 19 milhões/ano ao longo de 20 anos para a consolidação de um programa de conservação do solo no Estado do Paraná. Em um estudo ainda mais recente em sobre as terras paranaenses, Michellon (2002) conclui que o Programa Paraná Rural⁵ contribuiu de forma efetiva para a redução de perdas monetárias de cerca de US\$ 222,6 milhões/ano, também utilizando o Método do Custo de Reposição. Dito

⁴ Citados por Michellon (2002).

⁵ “Programa implementado no Estado do Paraná com o objetivo de adoção de um conjunto de medidas voltadas para disciplinar o uso e o manejo dos solos e das águas, a partir da constatação de que o processo erosivo hídrico seria o principal fator responsável pela degradação dos solos no Estado, sendo esta erosão resultado do uso e manejo inadequados do solo” (Michellon, 2002).

de outra forma, o autor calculou o custo mínimo de reposição dos nutrientes que seriam perdidos no Estado do Paraná cultivando-se o solo, caso não fosse implementado este programa de manejo adequado do solo e da água nas microbacias hidrográficas paranaenses.

Entretanto, mesmo considerando-se as diferenças metodológicas, pode-se dizer que as estimativas monetárias médias da depreciação do recurso solo pelo seu uso, aqui considerando somente a área ocupada com agricultura, representam o acréscimo de fertilizantes que deveria ser feito pelos agricultores em suas culturas, de modo a compensar a perda de nutrientes devido ao processo erosivo. Nas palavras de Bastos Filho (1995), “seria o equivalente a incorporar esses valores nas planilhas anuais de custos de produção das culturas plantadas no Estado de São Paulo, a título de manutenção do estoque de capital, natural e produzido, intacto”.

Para o Estado de São Paulo, a estimativa de depreciação do solo variou entre 1,37% a 1,65% do VBP agrícola total do Estado, entre 1994 e 2003. Bastos Filho (1995) encontrou valores para a degradação do recurso solo de 2,03% a 5,23% do PIB agropecuário paulista entre 1980 a 1991. Os valores aqui estimados são, sem dúvida, inferiores, resultado das diferenças metodológicas entre os trabalhos já abordadas anteriormente.

Ainda a título de comparação, Bastos Filho (1995) cita alguns trabalhos que estimaram os valores da depreciação do recurso solo. No trabalho de Solórzano *et al.* (1991), o autor mostra que esta estimativa variou entre 6,5% a 13,3% do PIB em quinze anos estudados. Bishop & Allen (1989) estimaram valores de perda de nutrientes de 4% a 16% do PIB agrícola de Mali. O autor cita também o trabalho feito por Magrath & Arens (1989) para a Ilha de Java, cujo valor da degradação do solo chegou a 5% do PIB total.

As diferenças portanto devem ser atribuídas às variações metodológicas utilizadas, as diferentes bases de dados e às realidades locais de estudo.

Como pode-se observar, embora não apresentando valores coincidentes, pode-se perceber que o assunto erosão do solo é uma fonte permanente de preocupação em nível dos estados e países, e que portanto a atribuição de valores econômicos que reflitam uma ordem de grandeza monetária.

CONCLUSÃO

A valoração dos impactos ambientais advindos da prática agrícola, em especial a erosão do solo, se faz necessária, tendo em vista a ineficiência do mercado na alocação dos recursos ambientais e, na precificação de tais recursos. O uso desta informação qualificada permite melhorar a qualidade das tomadas de decisão referentes à gestão ambiental, uma melhor definição de políticas agro-ambientais e uma intensificação do processo de conscientização dos agricultores e outros agentes participantes das cadeias agrícolas produtivas. Dada a importância econômica da atividade agrícola no Estado de São Paulo, a intensificação da ocupação do território paulista com a agricultura trouxe problemas como perdas de solos, aumento na produção de sedimentos, compactação, poluição do solo e da água, devastação florestal e uma série de outros impactos negativos que culminam na perda de produtividade e aumento dos custos de produção, bem como alterações na exploração do solo e, em alguns casos, na impossibilidade do uso econômico deste recurso

No que toca ao Estado de São Paulo, o valor estimado pela pesquisa mostrou que o processo erosivo acarreta aos agricultores um custo médio, entre 1994 e 2003, de cerca de 1,57% do Valor Bruto da Produção Agrícola do Estado com a aplicação de fertilizantes para a reposição dos nutrientes perdidos. Em outras palavras, seria necessário um investimento da ordem de US\$ 41,7 milhões/ano em todo o Estado para a manutenção da capacidade produtiva do solo, tendo em vista a reposição de nutrientes carregados com a erosão. Uma via menos onerosa seria, por exemplo, a implementação de programas de estímulo à adoção de práticas conservacionistas por parte dos produtores.

O valor encontrado pela presente pesquisa é, de fato, um limite inferior. É preciso ressaltar que foram consideradas apenas as áreas ocupadas com agricultura, deixando de lado as pastagens, florestas e reflorestamentos, dadas as dificuldades de obtenção de dados. Além disso, foram mensurados somente os custos internos da erosão (*on site costs*), não sendo levados em conta os custos externos ao local de produção (*off site costs*). Existem outras perdas significativas a serem estimadas, mas que não foram objetos da presente pesquisa, como o valor de opção e o valor de existência do solo.

O Método do Custo de Reposição, por sua vez, limita-se ao cálculo da perda de nutrientes carregados pela erosão. É preciso salientar que o processo erosivo não acarreta apenas a perda de nutrientes, mas também afeta todo o ecossistema em questão. Além

disso, a diminuição da capacidade do solo em reter água reduz seu potencial produtivo, fato não mensurado pelo método. Percebe-se, dessa forma, que o processo erosivo provoca uma série de efeitos negativos dificilmente captados pelo método de valoração econômica, utilizado.

Ainda em relação ao método aqui utilizado, é preciso ressaltar a importância da variável preço para a estimativa do custo ambiental de modo a se observar os valores monetários. Verifica-se, assim, a alta sensibilidade do Método do Custo de Reposição ao comportamento dos preços dos nutrientes no mercado, ou seja, da evolução dos preços dos fertilizantes, de modo que variações bruscas nos preços de mercado utilizados para a mensuração do custo ambiental, não necessariamente significam grandes alterações na qualidade ambiental. Tal fato assume relevância nos valores aqui estimados, tendo em vista que o período estudado – 1994 a 2003 – abrange características inflacionária e cambial particulares em relação a outros períodos da economia brasileira.

Dadas as limitações impostas pelo método utilizado, as estimativas referentes à depreciação do recurso solo, segundo os custos internos da erosão, poderiam ser mais acuradas com o desenvolvimento de pesquisas que envolvessem informações como as relações entre a perda de solo e a perda de produtividade, considerando-se o tipo de solo e de cultura; a reavaliação permanente dos coeficientes de perda de solo por tipo de cultura; quantidade de sedimentos carregados pela erosão e que, de fato, se depositam nos cursos d'água; alterações na biota do solo em decorrência da erosão, entre outras.

Em contrapartida às limitações das estimativas encontradas, sabe-se que os resultados, obtidos, embora parciais, representam avanços na compreensão dos problemas ambientais uma vez que agrega ao debate variáveis econômicas nem sempre tidas em conta e, que se devidamente compreendidos, podem auxiliar no combate à degradação ambiental de uma forma geral e uma mais eficiente conservação do solo em particular. Sabe-se da necessidade de pesquisas adicionais no sentido de estimar valores monetários para a implementação de programas de conservação, bem como para identificação e mensuração mais ampla dos danos ambientais e seus respectivos valores econômicos. Entre novos estudos, seriam essenciais aqueles destinados à obtenção de estimativas dos custos causados pela erosão fora da unidade produtiva (os *off site costs*) de modo a salientar a necessidade de ações efetivas sobre o controle da erosão do solo pelo seu uso agrícola nas três bacias hidrográficas aqui estudadas e, portanto, em todo o Estado de São Paulo.

Além de outros estudos para o diagnóstico dos problemas ambientais resultantes da prática agrícola – em especial, o processo erosivo – vale ressaltar a necessidade de formulação de políticas específicas para o combate da erosão. Este fato se torna sempre presente, na medida em que o produtor, muito provavelmente, não percebe a perda econômica provocada pelas práticas agrícolas atuais. Novamente, como forma de amplificar o alerta a tão importante problema reforça-se a necessidade de estudos que conduzam a estimativas do impacto da erosão fora da unidade produtiva, na medida em que o principal fator de produção da agricultura vem sendo depreciado e os produtores parecem não perceber esta perda. Soma-se a isso o fato de que existem estas externalidades negativas geradas pelo processo erosivo implicam em perdas monetárias maiores e mais significativas que os custos internos à unidade produtiva, daí possibilidade de tornar os custos ambientais mais visíveis para a sociedade como um todo.

A problemática erosiva no Estado de São Paulo deve ser fonte permanente de preocupação não só pelas perdas mencionadas nesta e em outras pesquisas, mas também pela preocupação com o assoreamento e a poluição dos rios, resultado do carreamento de sedimentos e de resíduos de agrotóxicos e fertilizantes. Percebe-se, assim, que a avaliação dos impactos ambientais é importante não somente no que toca aos agricultores individualmente, mas também aos formuladores de políticas e a sociedade em geral.

É neste sentido, portanto, que se faz necessária uma combinação entre políticas agrícolas, conservação do solo e recomendações de práticas conservacionistas com as políticas de manejo e conservação dos recursos hídricos, vis-à-vis os danos externos causados pela erosão do solo agrícola. Dessa forma, a valoração econômica de externalidades ambientais deve subsidiar ações públicas e privadas orientadas pela busca da sustentabilidade. A participação do Estado na manutenção, elaboração e implementação de políticas públicas que tenham este objetivo é condição fundamental para a preservação dos recursos naturais, os quais não podem ser simplesmente guiados pela economia de mercado.

A interação e articulação dos interesses públicos e privados em bacias hidrográficas parecem conduzir a possibilidades reais de melhoria do desenvolvimento local e regional, na medida em que a adoção de práticas de conservação do solo também se traduz em benefícios públicos em termos ambientais.

Assim, a adoção de manejos de solo ecologicamente viáveis possibilitaria, além de maiores receitas aos produtores, menores perdas de solo pelo processo erosivo, garantindo-se, dessa forma, água de melhor, o que reduziria os custos das externalidade produzidas pela erosão, configurando-se, portanto, em ganho para toda a sociedade. Sabe-se, entretanto, que as estimativas encontradas e a sugestão de outros estudos não solucionarão o problema da degradação ambiental. Mas, se calculados de forma correta e bem interpretados, muito contribuirão para o entendimento das complexas inter-relações entre o meio ambiente e a economia, servindo, dessa forma, de importante fonte de informação para a elaboração e implementação de políticas econômicas e ambientais, com vistas à consolidação de práticas agrícolas sustentáveis que beneficiem não somente o produtor, mas a sociedade como um todo, na medida em que os impactos ambientais não se limitam apenas àquela área produtiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTIONAID (2001). *Comércio Internacional, segurança alimentar e agricultura familiar*. Rio de Janeiro: ACTIONAID, set. 2001. Disponível em: www.actionaid.org.br . Acesso em 30 set. 2005.
- BARROW, C.J. (1994). *Land Degradation*. Cambridge University Press, 1994. 295 p.
- BASTOS FILHO, G. S. (1995). *Contabilizando a erosão do solo: Um ajuste ambiental para o produto agropecuário do estado de São Paulo*. Piracicaba: ESALQ - Departamento de Economia e Sociologia Rural, 1995. 127p. (Dissertação, Mestrado em Economia Agrária).
- BELIK, W. & PAULILO, L. F. (2001). Mudanças no financiamento da produção agrícola brasileira. In: LEITE, S. (Org.) - *Políticas Públicas e Agricultura no Brasil*. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, pp.95-120, 2001. Disponível em: www.rlc.fao.org . Acesso em 30 set. 2005.
- BELINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. (1981). A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DA EROSÃO, 2., 1981. São Paulo: ABGE, 1981. p.117-137.
- BENAKOUCHE, R.; SANTA CRUZ, R. (1994). *Avaliação Monetária do Meio Ambiente*, São Paulo: Makron Books, 1994. 198 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. A. (1995). *Conservação do solo*. 3ed. São Paulo: Icone, 1995. 355p.
- BISHOP, J.; ALLEN, J (1989). *The on-site costs of soil erosion in Mali*. Washington: The World Bank, 1989. (Environmental Working Paper n. 21).
- BNDES (1995). *Setor sucroalcooleiro: açúcar*. N. 04, out. 1995. Disponível em www.bndes.gov.br . Acesso em: 25 jul. 2005.

- CARDOSO, A. (1998). *O novo rural brasileiro: abordagem a partir de uma economia regional, o Triângulo Mineiro*. Uberlândia: UFU/ Departamento de Economia. 1998. 141p. (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Econômico).
- CARPI JUNIOR, S. (2001). *Processos erosivos, recursos hídricos e riscos ambientais na bacia do rio Mogi-Guaçu*. Rio Claro: UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2001. 170p. (Tese, Doutorado em Geociências e Meio Ambiente).
- CAVALCANTI, C. (1997). Condicionantes Biofísicos da Economia e suas Implicações quanto à Noção do Desenvolvimento Sustentável. In: REYDON, B. P & ROMEIRO (Org.) – *Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e Gestão de Espaços Regionais*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 1997. cap. 1, p. 63-84.
- CLARK II, E.H.; HAVERKAMP, J.A.; CHAPMAN, W. (1985). *Eroding soils: the off farm impacts*. Washington: The Conservation Foundation, 1985. 252p.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRAFICA DO BAIXO PARDO-GRANDE (CBH-BPG)(2000). *Minuta Preliminar do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 12*. São Paulo: CBH-BPG, 2000. Disponível em: www.sigrh.sp.gov.br. Acesso em: 05 mai. 2004.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRAFICA DO MOGI-GUAÇU (CBH-MOGI) (1999). *Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu - Relatório Zero*. São Paulo: CBH-Mogi, 1999. Disponível em: www.sigrh.sp.gov.br. Acesso em: 05 mai. 2004.
- COMUNE, A.E.; MARQUES, J. F. (1997). A Teoria Neoclássica e a Valoração Ambiental. In: REYDON, B. P & ROMEIRO (Org.) – *Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e Gestão de Espaços Regionais*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 1997. cap. 1, p. 23-44.
- COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (CPTI) (2003). *Plano de Bacia da UGRHI do rio Pardo – Relatório Final*. São Paulo: CPTI, 2003. Disponível em: www.sigrh.sp.gov.br. Acesso em: 05 mai. 2004.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CRH) (1990). *Plano Estadual de Recursos Hídricos: primeiro plano do Estado de São Paulo*. São Paulo: DAEE, 1990.

- _____ (2000). *Plano Estadual de Recursos Hídricos: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*. São Paulo: DAEE, 2000.
- FERNANDES FILHO, J.F.. *Evolução dos Preços da Terra em Minas Gerais e a Globalização da Economia Mineira - 1995/1997*. Uberlândia: DEECO/UFU, 1998.
- FERNANDES FILHO, J. F.; CAMPOS, F. R. & OLIVEIRA, I. M. (1999). *A indústria rural e a crise da agricultura mineira: o caso das Regiões Norte de Minas e Jequitinhonha*. Uberlândia: UFU/ Departamento de Economia. 1999.
- FERRAZ DE MELLO, F. A.; BRASIL SOBRINHO, M. O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA R.; NETTO, A.C.; e KIEHL, J.C. (1989). *Fertilidade do solo*, Livraria Nobel, 1989. 400p.
- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) (2001). *Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Pardo – Relatório Zero*. São Paulo: IPT, 2001. Disponível em: www.sigrh.sp.gov.br Acesso em: 03 fev. 2005.
- KIM, S. H.; DIXON, J. (1995). *A. Economic valuation techniques for the environment: a case study workbook*. Baltimore: The Johns Hopkins University, 1990. 203p.
- MAIA, A G.; REYDON, B. P.; ROMEIRO, A. R. (2004). *Valoração dos recursos ambientais – metodologia e recomendações*. Campinas: IE/UNICAMP, 2004. 38p. (Texto para discussão, nº 116).
- MAGRATH, W.; ARENS, P. (1989). *The costs of soil erosion on Java: a natural resource account approach*. Washington: The World Bank. Sector Policy and Research Staff, 1989. (Environmental Working Paper, n. 18).
- MARQUES, J. F. (1995). *Efeitos da erosão do solo na geração de energia elétrica*. Uma abordagem da economia ambiental. São Paulo: USP. Faculdade de Economia e Administração, 1995. 257p. (Tese de Doutorado em Economia).

- _____ (1998). Custos da erosão do solo devido aos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. *Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural*. Brasília, vol. 36, nº 1, p.61-80, jan./mar. 1998.
- MAY, P. H. (1997). Avaliação Integrada da Economia do Meio Ambiente: Propostas Conceituais e Metodológicas. In: REYDON, B. P & ROMEIRO (Org.) – *Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e Gestão de Espaços Regionais*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 1997. Cap. 1, p.55-62.
- MICHELLON, E. (2002). *Políticas públicas, mercado de terras e o meio ambiente: uma análise a partir do Paraná*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 2002. 191p. (Tese de Doutorado em Política Econômica).
- MUELLER, C.C. (1991). *A dimensão ambiental no sistema de contas nacionais*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. (Textos para discussão, n. 47).
- OLIVEIRA, A. de O. (2004). *Valoração Econômica dos danos ambientais causados pela erosão do solo agrícola: Município de Santo Antonio do Jardim - SP*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 2004. 116p. (Dissertação, Mestrado).
- OLIVETTE, M. P. A.; CCCASER, D. V.; CAMARGO, A. M. M. P. de (2002). Distribuição da área agrícola: as grandes regiões do Brasil na década de 90. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, n. 49, p. 95-125, 2002.
- REZENDE, G. C. de. (2003). *Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil*. 1ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/IPEA, 2003. 246p.
- ROMEIRO, A. R. (2005). O Papel dos Indicadores de Sustentabilidade e da Contabilidade Ambiental. In: ROMEIRO, A. R. (Org.) – *Avaliação e Contabilização de Impactos Ambientais*. Campinas: UNICAMP, 2005. Introdução, p.10-29.
- ROMEIRO, A. R.; SALLES FILHO, S. (1997). Dinâmica das Inovações sob Restrição Ambiental. In: REYDON, B. P & ROMEIRO, A. R. (Org.) – *Economia do Meio*

- Ambiente: Teoria, Políticas e Gestão de Espaços Regionais*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 1997. Cap.1, p.85-126.
- SANTO, B. R do E. (2001). *Os Caminhos da Agricultura Brasileira*. São Paulo: Evoluir, 2001. 326p.
- SEROA DA MOTTA, R. (1998). *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 218p.
- SEROA DA MOTTA, R.; MENDES, F.E. (1997). Instrumentos Econômicos na Gestão Ambiental: aspectos teóricos e de implementação. In: REYDON, B. P & ROMEIRO (Org.) – *Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e Gestão de Espaços Regionais*. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 1997. Cap.2, p.127-152.
- SOLÓRZANO, R. *et al.* (1991). *Accounts overdue: natural resource depreciation in Costa Rica*. Washington: World Resource Institute, 1991.
- SORENSEN, W. J. & MONTOYA, L. J. (1989). *Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de práticas conservacionistas no Paraná, Brasil*. Londrina : IAPAR/GTZ, 1989.
- SOUTHGATE, D.; MACKE, R. (1989). The downstream benefits of soil conservation in third world hydroelectric watersheds. *Land Economics*, v.65, n.1, p.38-48, Feb. 1989.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP) (2002). Instituto de Economia. *Diagnóstico Ambiental da Agricultura do Estado de São Paulo – Bases para um Desenvolvimento Rural Sustentável*. Campinas: UNICAMP, 2002. 24p. Projeto em andamento.

APÊNDICE

Apêndice 1a. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	2.005	4.322	4.795	2.110	4.210	3.193	4.128	3.973	4.636	4.320
Ameidoim	1.430	937	2.350	4.400	4.621	5.320	1.938	1.343	1.258	842
Arroz	4.070	2.964	2.365	1.400	1.725	2.192	2.301	716	1.060	656
Batata	46	73	25	38	9	-	-	-	-	-
Cebola	60	80	50	47	46	72	100	-	-	-
Feijão	8.156	5.233	3.426	5.959	2.490	4.080	5.791	5.344	4.471	6.523
Milho	127.024	90.054	90.080	93.030	83.932	90.131	77.699	61.220	43.078	40.544
Soja	133.620	114.436	127.970	134.363	107.865	109.780	117.025	106.720	97.347	98.007
Trigo	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras (1)	16.613	11.912	16.372	18.445	25.754	25.788	31.644	35.770	30.896	34.847
Subtotal (Área)	293.024	230.049	247.433	259.792	230.652	240.556	240.626	215.086	182.746	185.739
culturas temporárias										
Cana	148.140	176.408	188.494	197.340	191.123	194.135	190.126	223.524	224.654	234.266
Mandioca	300	205	50	10	10	10	30	83	20	28
Subtotal (Área)	148.440	176.613	188.544	197.350	191.133	194.145	190.156	223.607	224.674	234.294
culturas permanentes										
Banana	-	-	-	30	60	60	113	28	13	13
Café	1.811	1.259	1.259	1.220	1.503	1.651	1.493	1.143	1.255	1.232
Laranja	68.815	54.636	68.728	63.542	65.814	64.432	54.030	46.785	52.445	47.862
Outras (2)	2.179	2.093	2.155	2.588	2.505	2.305	2.462	2.707	2.600	2.855
Subtotal (Área)	72.805	57.988	72.142	67.380	69.882	68.448	58.098	50.663	56.313	51.962
Total (Área)	514.269	464.650	508.119	524.522	491.667	503.149	488.880	489.356	463.733	471.995

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

(1) (2) - Ver Apêndice 1 (b)

Apêndice 1b. Evolução das áreas cultivadas de outras culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
(1) outras anuais										
abacaxi	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-
sorgo	15.891	10.740	15.100	17.600	25.314	25.462	31.584	35.760	30.830	34.687
tomate	680	1.130	1.230	804	440	325	60	10	66	160
melancia	42	42	40	40	-	-	-	-	-	-
Total	16.613	11.912	16.372	18.445	25.754	25.788	31.644	35.770	30.896	34.847
(2) outras permanentes										
abacate	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
borracha	1.114	1.186	1.370	1.464	1.589	1.585	1.868	1.933	1.947	1.947
côco-da-baía	-	-	-	-	-	-	-	27	-	10
goiaba	78	97	114	114	23	19	40	40	40	62
limão	50	30	30	33	13	13	13	23	52	111
mamão	-	-	8	7	-	-	-	-	-	-
manga	188	193	206	178	195	72	104	104	74	74
maracujá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tangerina	392	267	115	478	425	387	212	211	121	330
urucum	350	320	312	312	260	223	218	358	358	313
uva	-	-	-	2	-	6	7	11	8	8
Total	2.179	2.093	2.155	2.588	2.505	2.305	2.462	2.707	2.600	2.855

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 1c. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	12.686	17.125	14.258	10.754	14.647	11.312	11.927	11.822	11.545	9.800
Amedoim	25.020	24.350	16.898	17.945	20.617	15.781	18.800	18.406	18.586	14.430
Arroz	18.465	15.329	12.132	9.816	6.389	6.930	5.584	2.865	2.630	2.338
Batata	2.448	3.560	2.700	3.006	2.573	3.678	3.020	3.630	3.410	4.364
Cebola	2.165	2.386	2.055	1.120	1.140	1.000	840	810	1.705	1.665
Feijão	24.709	19.265	18.557	18.786	19.305	20.461	20.278	19.762	18.603	19.835
Milho	97.175	86.055	85.730	87.768	73.383	93.338	92.069	87.241	90.199	93.540
Soja	28.704	26.169	22.092	21.965	26.917	25.444	26.349	26.555	27.217	32.130
Trigo	250	-	-	-	-	-	25	-	-	-
Outras (1)	2.560	2.241	1.634	2.132	1.606	2.259	1.593	2.546	2.670	2.655
Subtotal (Área)	214.182	196.480	176.056	173.292	166.577	180.203	180.485	173.637	176.565	180.757
culturas temporárias										
Cana	495.575	505.534	531.987	492.069	529.798	529.525	522.464	509.629	533.941	550.025
Mamona	-	-	40	-	-	-	7	-	-	-
Mandioca	3.970	3.696	755	2.697	2.850	3.111	3.111	2.889	4.088	4.324
Subtotal (Área)	499.545	509.230	532.782	494.766	532.648	532.636	525.582	512.518	538.029	554.349
culturas permanentes										
Banana	99	78	77	126	213	256	415	341	455	475
Café	44.073	34.775	36.026	37.194	38.899	40.173	30.242	34.489	37.187	36.827
Laranja	166.004	147.542	177.198	195.360	189.029	191.717	147.594	131.421	143.572	145.475
Outras (2)	17.423	16.635	17.082	18.014	18.554	14.278	17.607	18.053	18.855	18.858
Subtotal (Área)	227.599	199.030	230.383	250.694	246.695	246.424	195.858	184.304	200.069	201.635
Total (Área)	941.326	904.740	939.221	918.752	945.920	959.263	901.925	870.459	914.663	936.741

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

(1) (2) - Ver Apêndice 1 (d)

Apêndice 1d. Evolução das áreas cultivadas de outras culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
(1) outras anuais										
alho	66	50	54	28	18	7	25	4	6	27
batata doce	10	10	20	20	20	-	-	-	-	30
fumo	50	30	40	25	23	20	8	10	10	10
sorgo	230	327	100	390	210	540	540	1.035	1.135	1.190
tomate	2.204	1.824	1.420	1.666	1.335	1.692	1.020	1.497	1.519	1.398
melancia	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Total	2.560	2.241	1.634	2.132	1.606	2.259	1.593	2.546	2.670	2.655
(2) outras permanentes										
abacate	863	823	895	798	797	535	832	994	1.122	993
borracha	896	868	810	920	1.035	913	954	972	1.036	1.111
côco-da-baía	-	-	-	8	8	8	35	77	8	44
goiába	1.334	1.401	1.426	1.551	1.550	1.056	1.575	1.557	1.613	1.718
limão	6.509	6.410	6.270	6.397	6.376	5.621	6.855	6.954	6.375	5.983
manga	2.577	2.703	3.382	3.691	3.859	1.951	3.775	3.881	4.339	3.908
maracujá	-	-	10	10	46	46	15	67	119	126
noz	11	14	14	14	14	-	-	-	-	-
palmito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
pêssego	21	21	21	4	4	-	7	7	6	6
tangerina	5.164	4.347	4.199	4.585	4.822	3.998	3.540	3.506	4.215	4.914
uva	48	48	55	36	43	150	19	38	22	50
Total	17.423	16.635	17.082	18.014	18.554	14.278	17.607	18.053	18.855	18.858

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 1e. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas da Bacia do Pardo, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	1.447	3.859	4.418	2.969	4.885	2.615	2.894	2.665	2.400	1.100
Amedoim	10.510	9.790	7.690	9.100	11.400	10.700	14.470	13.550	10.215	10.765
Arroz	5.488	7.745	6.680	3.472	1.785	1.805	1.765	1.373	1.518	1.126
Batata	7.835	7.419	8.140	8.573	7.850	7.020	6.430	10.300	9.240	10.470
Cebola	3.545	4.080	3.400	4.828	4.771	5.780	3.575	3.695	4.135	4.500
Feijão	11.841	7.418	4.917	8.030	6.520	6.710	10.200	12.915	11.180	11.667
Milho	57.158	68.835	69.050	66.216	63.091	69.480	65.105	59.400	57.944	56.673
Soja	59.100	37.301	41.440	40.172	30.912	31.780	37.380	34.620	36.650	35.105
Outras (1)	1.642	1.189	1.177	538	212	1.961	1.027	730	3.980	2.053
Subtotal (Área)	158.566	147.636	146.912	143.898	131.426	137.851	142.846	139.248	137.262	133.459
culturas temporárias										
Cana	282.635	291.574	332.190	330.758	338.222	337.273	328.480	332.154	311.692	348.930
Mandioca	59	25	5	5	94	86	114	122	92	143
Subtotal (Área)	282.694	291.599	332.195	330.763	338.316	337.359	328.594	332.276	311.784	349.073
culturas permanentes										
Banana	4	3	1	6	40	34	144	127	127	141
Café	46.587	39.357	42.616	43.587	46.394	48.420	36.969	31.795	32.902	33.127
Laranja	15.884	14.946	22.112	26.410	26.200	26.182	21.174	17.058	6.604	21.331
Outras (2)	1.083	1.258	1.222	1.108	1.235	1.250	1.261	1.340	1.203	1.168
Subtotal (Área)	63.558	55.564	65.951	71.111	73.869	75.886	59.548	50.320	40.836	55.767
Total (Área)	504.818	494.799	545.058	545.772	543.611	551.096	530.988	521.844	489.882	538.299

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

(1) (2) - Ver Apêndice 1 (f)

Apêndice 1f. Evolução das áreas cultivadas de outras culturas da Bacia do Pardo, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
(1) outras anuais										
abacaxi	-	6	-	3	7	1	1	-	-	-
alho	-	10	10	-	-	-	8	10	10	10
sorgo	1.448	973	1.000	270	-	1.720	820	520	3.770	1.830
tomate	194	200	167	265	205	240	198	200	200	213
Total	1.642	1.189	1.177	538	212	1.961	1.027	730	3.980	2.053
(2) outras permanentes										
abacate	261	217	211	333	356	356	357	363	357	344
borracha	-	-	-	-	-	-	-	-	79	56
côco-da-baía	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14
limão	357	268	189	158	170	170	173	169	164	152
manga	217	498	467	569	635	643	643	689	509	518
maracujá	50	50	50	1	-	7	8	5	3	3
tangerina	198	225	290	47	74	74	75	113	74	74
uva	-	-	15	-	-	-	5	1	3	7
Total	1.083	1.258	1.222	1.108	1.235	1.250	1.261	1.340	1.203	1.168

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 1g. Evolução das áreas cultivadas das principais culturas do Estado de São Paulo, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	149.280	179.650	120.800	78.500	121.700	73.000	65.770	67.609	63.030	64.640
Ameidoim	76.800	79.080	64.020	71.700	85.600	81.900	85.100	81.900	74.000	65.390
Arroz	142.240	133.540	104.010	80.000	59.800	71.000	61.900	43.130	37.867	35.165
Batata	27.410	27.770	27.740	28.970	28.970	31.380	27.665	32.173	31.530	33.638
Cebola	14.580	14.390	12.505	10.355	10.680	12.710	10.620	8.130	9.380	9.695
Feijão	332.170	229.760	181.690	212.990	208.390	261.500	212.780	219.618	216.589	222.158
Milho	1.309.000	1.243.300	1.155.450	1.206.900	1.100.130	1.215.800	1.084.360	1.122.535	1.069.785	1.114.180
Soja	553.900	530.000	563.600	574.900	527.160	520.500	535.010	530.000	576.807	642.450
Trigo	35.350	23.800	18.000	14.430	9.900	17.600	14.012	21.950	35.340	47.700
Outras (1)	63.583	57.263	58.561	61.769	72.842	79.138	96.956	97.637	91.460	114.305
Subtotal	2.704.313	2.518.553	2.306.376	2.340.514	2.225.172	2.364.528	2.194.173	2.224.682	2.205.788	2.349.321
culturas temporárias										
Cana	2.173.200	2.258.900	2.493.180	2.446.300	2.564.950	2.555.000	2.484.790	2.567.178	2.661.620	2.817.604
Mamona	1.480	670	1.170	980	735	860	2.840	2.300	1.150	670
Mandioca	35.630	34.140	25.521	24.485	27.330	32.165	34.370	42.010	38.361	36.690
Subtotal	2.210.310	2.293.710	2.519.871	2.471.765	2.593.015	2.588.025	2.522.000	2.611.488	2.701.131	2.854.964
culturas permanentes										
Banana	44.900	40.140	44.797	43.106	49.170	52.120	56.737	53.997	59.676	57.240
Café	272.680	241.385	236.250	241.530	249.220	265.160	211.552	213.400	224.876	227.380
Laranja	668.461	620.770	719.735	736.770	766.640	776.690	609.475	581.487	586.937	600.060
Outras (2)	122.804	121.843	128.565	134.581	143.058	138.977	148.379	150.286	153.715	155.026
Subtotal	1.108.845	1.024.138	1.129.347	1.155.987	1.208.088	1.232.947	1.026.143	999.170	1.025.204	1.039.706
Total	6.023.468	5.836.401	5.955.594	5.968.266	6.026.275	6.185.500	5.742.316	5.835.340	5.932.123	6.243.991

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

(1) (2) - Ver Apêndice 1 (h)

Apêndice 1h. Evolução das áreas cultivadas de outras culturas do Estado de São Paulo, em ha, 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
(1) outras anuais										
abacaxi	1.560	782	1.715	2.283	2.818	2.410	2.175	2.720	2.294	3.530
alho	383	450	350	280	290	190	193	200	180	150
batata doce	4.358	3.622	3.099	3.004	3.150	3.061	2.948	3.784	3.620	3.506
ervilha	50	19	19	15	-	-	10	5	-	-
fumo	336	345	335	195	210	132	132	126	176	181
melancia	7.081	7.450	8.562	8.076	9.049	8.837	7.180	7.789	7.376	7.878
melão	215	155	148	186	120	128	136	123	104	70
sorgo	31.520	27.510	29.253	33.450	42.865	51.340	72.695	72.600	65.780	86.880
tomate	18.080	16.930	15.080	14.280	14.340	13.040	11.487	10.290	11.930	12.110
Total	63.583	57.263	58.561	61.769	72.842	79.138	96.956	97.637	91.460	114.305
(2) outras permanentes										
abacate	6.796	5.522	5.423	5.672	5.682	4.757	5.236	5.343	5.008	4.560
borracha	15.421	16.716	20.083	23.193	25.974	27.719	28.543	29.343	32.651	33.477
cacau	195	145	150	75	75	30	-	-	-	-
caqui	2.309	2.277	2.345	2.230	2.384	2.437	2.735	3.119	2.955	3.017
chá	5.040	4.500	3.271	3.261	3.195	3.832	3.822	3.797	3.797	2.740
côco-da-baía	139	403	222	410	736	856	1.203	2.050	2.452	2.625
figo	487	464	340	371	476	471	452	383	390	336
goiaba	3.709	4.084	4.414	4.915	5.048	4.678	5.545	5.223	4.946	4.888
limão	28.437	28.170	29.690	31.367	33.205	33.398	36.732	36.124	35.455	35.784
maçã	752	620	560	560	366	414	363	240	224	185
mamão	359	231	312	327	229	253	188	203	196	170
manga	21.331	21.297	23.015	23.110	23.227	18.811	21.426	20.825	20.354	19.435
maracujá	3.359	3.851	4.706	4.094	3.880	3.934	3.667	3.713	3.169	2.778
noz	27	30	30	32	32	108	105	92	89	89
maracujá	9	9	27	35	51	59	449	495	858	1.526
palmito	386	375	390	327	344	342	368	314	273	286
pêra	1.818	1.826	1.913	1.947	1.954	2.024	2.133	2.189	2.109	2.023
pêssego	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tangerina	21.990	20.970	21.442	22.481	23.919	23.435	24.042	24.493	25.273	26.736
urucum	1.102	834	728	654	751	780	945	1.212	1.363	1.974
uva	9.138	9.519	9.504	9.520	11.530	10.639	10.425	11.128	12.153	12.397
Total	122.804	121.843	128.565	134.581	143.058	138.977	148.379	150.286	153.715	155.026

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 2a. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas da Bacia do Baixo Pardo-Grande, período de 1994 a 2003.

	Perdas médias (t/ha/ano)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais											
Algodão	24,8	49.724	107.186	118.916	52.328	104.408	79.186	102.374	98.530	114.973	107.136
Amedoim	26,7	38.181	25.018	62.745	117.480	123.381	142.044	51.745	35.858	33.589	22.481
Arroz	25,1	102.157	74.396	59.362	35.140	43.298	55.019	57.755	17.972	26.606	16.466
Batata	18,4	846	1.343	460	699	166	-	-	-	-	-
Cebola	17,5	1.050	1.400	875	823	805	1.260	1.750	-	-	-
Feijão	38,1	310.744	199.377	130.531	227.038	94.869	155.448	220.637	203.606	170.345	248.526
Milho	12,0	1.524.288	1.080.648	1.080.960	1.116.360	1.007.184	1.081.572	932.388	734.640	516.936	486.528
Soja	20,1	2.685.762	2.300.164	2.572.197	2.700.696	2.168.087	2.206.578	2.352.203	2.145.072	1.956.675	1.969.941
Trigo	10,0	-	380	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras (1)	24,1	400.373	287.079	394.565	444.525	620.671	621.491	762.620	862.057	744.594	839.813
Subtotal (Perda)		5.113.125	4.076.991	4.420.610	4.695.088	4.162.868	4.342.598	4.481.472	4.097.736	3.563.717	3.690.891
culturas temporárias											
Cana	12,4	1.836.936	2.187.459	2.337.326	2.447.016	2.369.925	2.407.274	2.357.562	2.771.698	2.785.710	2.904.898
Mandioca	41,5	12.450	8.508	2.075	415	-	-	-	-	-	-
Subtotal (Perda)		1.849.386	2.195.967	2.339.401	2.447.431	2.369.925	2.407.274	2.357.562	2.771.698	2.785.710	2.904.898
culturas permanentes											
Banana	0,9	-	-	27	27	54	54	102	25	12	12
Café	0,9	1.630	1.133	1.133	1.098	1.353	1.486	1.344	1.029	1.130	1.109
Laranja	0,9	61.934	49.172	61.855	57.188	59.233	57.989	48.627	42.107	47.201	43.076
Outras (2)	0,9	1.961	1.884	1.940	2.329	2.255	2.075	2.216	2.436	2.340	2.570
Subtotal (Perda)		65.525	52.189	64.955	60.642	62.894	61.603	52.288	45.597	50.682	46.766
Total (Área)		7.028.036	6.325.147	6.824.966	7.203.161	6.595.687	6.811.476	6.891.323	6.915.030	6.400.108	6.642.555

Adaptação de Bellinazzi Junior *et al.*, (1981)

Apêndice 2b. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas da Bacia do Mogi Guaçu, período de 1994 a 2003.

	Perdas médias (t/ha/ano)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais											
Algodão	24,8	314.613	424.700	353.598	266.699	363.246	280.538	295.790	293.186	286.316	243.040
Ameidoim	26,7	668.034	650.145	451.177	479.132	550.474	421.353	501.960	491.440	496.246	385.281
Arroz	25,1	463.472	384.758	304.513	246.382	160.364	173.943	140.158	71.912	66.013	58.684
Batata	18,4	45.043	65.504	49.680	55.310	47.343	67.675	55.568	66.792	62.744	80.298
Cebola	17,5	37.888	41.755	35.963	19.600	19.950	17.500	14.700	14.175	29.838	29.138
Feijão	38,1	941.413	733.997	707.022	715.747	735.521	779.564	772.592	752.932	708.774	755.714
Milho	12,0	1.166.100	1.032.660	1.028.760	1.053.216	880.596	1.120.056	1.104.828	1.046.892	1.082.388	1.122.480
Soja	20,1	576.950	525.997	444.049	441.497	541.032	511.424	529.615	533.756	547.062	645.813
Trigo	10,0	6.025	-	-	-	-	-	603	-	-	-
Outras (1)	24,1	61.696	54.008	39.379	51.381	38.705	54.442	38.391	61.359	64.347	63.986
Subtotal (Perda)		4.281.233	3.913.523	3.414.141	3.328.963	3.337.229	3.426.495	3.454.205	3.332.443	3.343.728	3.384.432
culturas temporárias											
Cana	12,4	6.145.130	6.268.622	6.596.639	6.101.656	6.569.495	6.566.110	6.478.554	6.319.400	6.620.868	6.820.310
Mamona	41,5	-	-	1.660	-	-	-	291	-	-	-
Mandioca	33,9	134.583	125.294	25.595	91.428	96.615	105.463	105.463	97.937	138.583	146.584
Subtotal (Perda)		6.279.713	6.393.916	6.623.893	6.193.084	6.666.110	6.671.573	6.584.307	6.417.337	6.759.452	6.966.894
culturas permanentes											
Banana	0,9	89	70	69	113	192	230	374	307	410	428
Café	0,9	39.666	31.298	32.423	33.475	35.009	36.156	27.218	31.040	33.468	33.144
Laranja	0,9	149.404	132.788	159.478	175.824	170.126	172.545	132.835	118.279	129.215	130.928
Outras (2)	0,9	15.681	14.972	15.374	16.213	16.699	12.850	15.846	16.248	16.970	16.972
Subtotal (Perda)		204.839	179.127	207.345	225.625	222.026	221.782	176.272	165.874	180.062	181.472
Total (Perda)		10.765.785	10.486.566	10.245.379	9.747.672	10.225.365	10.319.849	10.214.784	9.915.653	10.283.241	10.532.797

Adaptação de Bellinazzi Junior *et al.*, (1981)

Apêndice 2c. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas da Bacia do Pardo, período de 1994 a 2003.

	Perdas médias (t/ha/ano)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais											
Algodão	24,8	35.886	95.703	109.566	73.631	121.148	64.852	71.771	66.092	59.520	27.280
Amedoim	26,7	280.617	261.393	205.323	242.970	304.380	285.690	386.349	361.785	272.741	287.426
Arroz	25,1	137.749	194.400	167.668	87.147	44.804	45.306	44.302	34.462	38.102	28.263
Batata	18,4	144.164	136.510	149.776	157.743	144.440	129.168	118.312	189.520	170.016	192.648
Cebola	17,5	62.038	71.400	59.500	84.490	83.493	101.150	62.563	64.663	72.363	78.750
Feijão	38,1	451.142	282.626	187.338	305.943	248.412	255.651	388.620	492.062	425.958	444.513
Milho	12	685.896	826.020	828.600	794.592	757.092	833.760	781.260	712.800	695.328	680.076
Soja	20,1	1.187.910	749.750	832.944	807.457	621.331	638.778	751.338	695.862	736.665	705.611
Outras (1)	24,1	39.572	28.655	28.366	12.966	5.109	47.260	24.751	17.593	95.918	49.477
Subtotal (Perda)		3.024.973	2.646.456	2.569.081	2.566.940	2.330.208	2.401.615	2.629.265	2.634.838	2.566.610	2.494.043
culturas temporárias											
Cana	12,4	3.504.674	3.615.518	4.119.156	4.101.399	4.193.953	4.182.185	4.073.152	4.118.710	3.864.981	4.326.732
Mandioca	33,5	1.977	838	168	168	3.149	2.881	3.819	4.087	3.082	4.791
Subtotal (Perda)		3.506.651	3.616.355	4.119.324	4.101.567	4.197.102	4.185.066	4.076.971	4.122.797	3.868.063	4.331.523
culturas permanentes											
Banana	0,9	4	3	1	5	36	31	130	114	114	127
Café	0,9	41.928	35.421	38.354	39.228	41.755	43.578	33.272	28.616	29.612	29.814
Laranja	0,9	14.296	13.451	19.901	23.769	23.580	23.564	19.057	15.352	5.944	19.198
Outras (2)	0,9	975	1.132	1.100	997	1.112	1.125	1.135	1.206	1.083	1.051
Subtotal (Perda)		57.202	50.008	59.356	64.000	66.482	68.297	53.593	45.288	36.752	50.190
Total (Perda)		6.588.826	6.312.819	6.747.760	6.732.506	6.593.792	6.654.978	6.759.829	6.802.923	6.471.425	6.875.755

Adaptação de Bellinazzi Junior *et al.*, (1981)

Apêndice 2d. Evolução das perdas de solo por erosão, em t/ano, nas principais culturas do Estado de São Paulo, período de 1994 a 2003.

	Perdas médias (t/ha/ano)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais											
Algodão	24,8	3.702.144	4.455.320	2.995.840	1.946.800	3.018.160	1.810.400	1.631.096	1.676.703	1.563.144	1.603.072
Amedoim	26,7	2.050.560	2.111.436	1.709.334	1.914.390	2.285.520	2.186.730	2.272.170	2.186.730	1.975.800	1.745.913
Arroz	25,1	3.570.224	3.351.854	2.610.651	2.008.000	1.500.980	1.782.100	1.553.690	1.082.563	950.462	882.642
Batata	18,4	504.344	510.968	510.416	533.048	533.048	577.392	509.036	591.983	580.152	618.939
Cebola	17,5	255.150	251.825	218.838	181.213	186.900	222.425	185.850	142.275	164.150	169.663
Feijão	38,1	12.655.677	8.753.856	6.922.389	8.114.919	7.939.659	9.963.150	8.106.918	8.367.446	8.252.041	8.464.220
Milho	12	15.708.000	14.919.600	13.865.400	14.482.800	13.201.560	14.589.600	13.012.320	13.470.420	12.837.420	13.370.160
Soja	20,1	11.133.390	10.653.000	11.328.360	11.555.490	10.595.916	10.462.050	10.753.701	10.653.000	11.593.821	12.913.245
Outras	24,1	1.532.350	1.380.038	1.411.320	1.488.633	1.755.492	1.907.226	2.336.640	2.353.052	2.204.186	2.754.751
Subtotal (Perda)		51.111.839	46.387.897	41.572.548	42.225.292	41.017.235	43.501.073	40.361.421	40.524.172	40.121.175	42.522.604
culturas temporárias											
Cana	12,4	26.947.680	28.010.360	30.915.432	30.334.120	31.805.380	31.682.000	30.811.396	31.833.007	33.004.088	34.938.290
Mamona	41,5	61.420	27.805	48.555	40.670	30.503	35.690	117.860	95.450	47.725	27.805
Mandioca	33,5	1.193.605	1.143.690	854.954	820.248	915.555	1.077.528	1.151.395	1.407.335	1.285.094	1.229.115
Subtotal (Perda)		28.202.705	29.181.855	31.818.941	31.195.038	32.751.438	32.795.218	32.080.651	33.335.792	34.336.907	36.195.210
culturas permanentes											
Banana	0,9	40.410	36.126	40.317	38.795	44.253	46.908	51.063	48.597	53.708	51.516
Café	0,9	245.412	217.247	212.625	217.377	224.298	238.644	190.397	192.060	202.388	204.642
Laranja	0,9	601.615	558.693	647.762	663.093	689.976	699.021	548.528	523.338	528.243	540.054
Outras	0,9	110.524	109.659	115.709	121.123	128.752	125.079	133.541	135.257	138.344	139.523
Subtotal (Perda)		997.961	921.724	1.016.412	1.040.388	1.087.279	1.109.652	923.529	899.253	922.684	935.735
Total (Perda)		80.312.505	76.491.477	74.407.900	74.460.718	74.855.952	77.405.943	73.365.600	74.759.217	75.380.765	79.653.549

Adaptação de Bellinazzi Junior *et al.*, (1981)

Apêndice 3a. Evolução dos preços dos fertilizantes, médias anuais nominais expressas em R\$/t, 1994/2003

Fertilizantes / anos	Sulfato de Amônio	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994 ¹	201,42	141,37	244,98	15,12
1995	207,32	149,43	258,17	15,54
1996	281,19	204,74	339,94	14,70
1997	301,36	221,16	359,11	15,89
1998	269,49	215,85	352,81	16,00
1999	327,36	312,18	515,69	16,04
2000	361,17	326,65	554,71	16,67
2001	463,94	387,95	637,52	22,92
2002	559,52	456,52	766,99	26,08
2003	643,65	558,85	902,70	31,64
Varição (%) nominal 1994/2003	219,55	295,30	268,47	109,21

Fonte: Informações Econômicas, 1994 a 2003 (IEA) e Anuários Estatísticos de 1995 e 1996 (IEA).

Nota: Para o cálculo das médias anuais, foram considerados os preços mensais dos fertilizantes para o período de 1994 a 2003.

Apêndice 3b. Índices de preços pagos e recebidos pelos agricultores para lavouras, base 1994 = 100, para o Estado de São Paulo, entre 1994 e 2003.

Anos	Preços Pagos	Preços recebidos
1994	100,000	100,000
1995	167,613	142,062
1996	198,593	163,353
1997	215,266	197,728
1998	220,965	214,974
1999	258,278	224,891
2000	287,310	266,339
2001	309,299	304,124
2002	368,631	352,575
2003	486,725	481,124

Fonte: Revista Conjuntura Econômica (FGV)

Nota: Para o cálculo das médias anuais, foram considerados os índices mensais para o período de 1994 a 2003.

Apêndice 3c. Valores diários da URV para o período de jan-mai/1994.

1994	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
1	333,17	466,66	647,5	931,05	1.323,92
2	333,17	475,31	657,5	931,05	1.323,92
3	333,17	484,11	667,65	931,05	1.345,54
4	338,52	493,09	677,98	931,05	1.367,56
5	343,95	502,23	688,47	948,93	1.389,94
6	349,47	502,23	688,47	967,16	1.412,74
7	355,09	502,23	688,47	985,74	1.435,92
8	360,79	511,53	699,13	1.004,68	1.435,92
9	360,79	521,01	709,96	1.023,98	1.435,92
10	360,79	530,67	720,97	1.023,98	1.459,76
11	366,58	540,51	732,18	1.023,98	1.484,27
12	372,47	550,52	743,76	1.043,65	1.509,20
13	378,45	550,52	743,76	1.063,70	1.534,66
14	384,52	550,52	743,76	1.084,13	1.560,55
15	390,7	550,52	755,52	1.104,96	1.560,55
16	390,7	550,52	767,47	1.126,18	1.560,55
17	390,7	560,73	779,61	1.126,18	1.586,87
18	396,97	571,12	792,15	1.126,18	1.613,64
19	403,35	581,7	805,53	1.147,81	1.640,66
20	409,82	581,7	805,53	1.169,80	1.668,54
21	416,4	581,7	805,53	1.191,93	1.696,69
22	423,09	592,48	819,8	1.191,93	1.696,69
23	423,09	603,46	834,32	1.213,97	1.696,69
24	423,09	614,65	849,1	1.213,97	1.725,31
25	429,88	626,04	864,14	1.213,97	1.754,41
26	436,78	637,64	879,45	1.235,99	1.784,00
27	443,8	637,64	879,45	1.258,12	1.814,09
28	450,92	637,64	879,45	1.280,19	1.844,69
29	458,16	-	895,03	1.302,65	1.844,69
30	458,16	-	913,5	1.323,92	1.844,69
31	458,16	-	931,05	-	1.875,82
média mensal	392,73	553,88	776,33	1.104,06	1.588,01

Fonte: Banco Central do Brasil (BCB).

Apêndice 4a. Evolução do valor bruto da produção agrícola da Bacia do Baixo Pardo-Grande, em mil Reais, período de 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	2.894,00	4.936,00	3.801,00	2.863,00	3.566,00	4.115,00	6.651,00	6.140,00	8.181,00	13.956,00
Amedoim	1.125,00	650,00	3.336,00	4.590,00	3.674,00	4.381,00	2.651,00	1.428,00	2.602,00	1.993,00
Arroz	1.249,00	903,00	981,00	654,00	811,00	1.560,00	973,00	447,00	806,00	764,00
Batata	385,00	735,00	90,00	185,00	68,00	-	-	-	-	-
Cebola	594,00	576,00	450,00	846,00	803,00	1.127,00	1.465,00	-	-	-
Feijão	4.583,00	4.074,00	2.421,00	7.274,00	5.722,00	4.032,00	5.849,00	13.315,00	9.451,00	16.306,00
Milho	37.005,00	25.650,00	32.247,00	27.733,00	27.985,00	35.773,00	26.361,00	33.037,00	26.580,00	35.487,00
Soja	50.260,00	32.440,00	63.774,00	86.546,00	48.576,00	68.863,00	80.373,00	86.279,00	129.956,00	146.614,00
Trigo	-	17,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras	14.353,00	21.808,00	17.199,00	18.925,00	9.632,00	7.852,00	4.429,00	3.566,00	7.447,00	19.320,00
Subtotal	112.448,00	91.789,00	124.299,00	149.616,00	100.837,00	127.703,00	128.752,00	144.212,00	185.023,00	234.440,00
culturas temporárias										
Cana	122.048,00	154.842,00	229.774,00	267.371,00	250.253,00	175.522,00	281.620,00	467.844,00	578.636,00	585.144,00
Mandioca	675,00	1.698,00	120,00	72,00	13,00	33,00	41,00	65,00	68,00	133,00
Subtotal	122.723,00	156.540,00	229.894,00	267.443,00	250.266,00	175.555,00	281.661,00	467.909,00	578.704,00	585.277,00
culturas permanentes										
Banana	-	-	-	76,00	308,00	85,00	195,00	203,00	120,00	97,00
Café	3.770,00	2.863,00	1.982,00	2.229,00	4.009,00	4.753,00	3.091,00	2.359,00	4.200,00	4.962,00
Laranja	199.443,00	62.740,00	62.586,00	45.442,00	78.294,00	82.250,00	52.597,00	157.616,00	226.950,00	219.707,00
Outras	3.592,00	2.871,00	3.272,00	6.479,00	5.217,00	4.541,00	4.624,00	5.975,00	6.232,00	7.329,00
Subtotal	206.805,00	68.474,00	67.840,00	54.226,00	87.828,00	91.629,00	60.507,00	166.153,00	237.502,00	232.095,00
Total	441.976,00	316.803,00	422.033,00	471.285,00	438.931,00	394.887,00	470.920,00	778.274,00	1.001.229,00	1.051.812,00

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 4 (b). Evolução do valor bruto da produção agrícola, valores constantes base 1994 = 100, da Bacia do Baixo Pardo Grande, em R\$ mil/ano, 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	112.448,00	122.723,00	206.805,00	441.976,00
1995	64.611,89	110.191,25	48.200,05	223.003,18
1996	76.092,38	140.734,69	41.529,76	258.356,83
1997	75.667,55	135.257,98	27.424,53	238.350,06
1998	46.906,56	116.416,76	40.855,14	204.178,46
1999	56.784,45	78.062,33	40.743,77	175.590,56
2000	48.341,43	105.752,89	22.718,06	176.812,38
2001	47.418,89	153.854,93	54.633,40	255.907,22
2002	52.477,60	164.136,32	67.362,08	283.976,00
2003	48.727,59	121.647,90	48.240,18	218.615,67

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndice 3 (b)

Apêndice 4c. Evolução do valor bruto da produção agrícola da Bacia do Mogi Guaçu, em mil Reais, período de 1994 a 2003

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	15.234,00	14.405,00	10.447,00	14.859,00	11.089,00	14.423,00	19.209,00	17.635,00	21.812,00	27.485,00
Amedoim	18.893,00	13.648,00	19.402,00	18.565,00	15.211,00	11.513,00	25.367,00	20.992,00	36.030,00	50.119,00
Arroz	5.020,00	4.475,00	4.582,00	3.984,00	4.276,00	2.897,00	2.472,00	2.326,00	2.302,00	3.111,00
Batata	20.525,00	24.316,00	4.977,00	14.846,00	22.822,00	23.919,00	30.443,00	53.058,00	40.807,00	58.605,00
Cebola	15.009,00	18.562,00	9.113,00	13.379,00	11.972,00	9.597,00	8.505,00	9.555,00	25.280,00	9.151,00
Feijão	16.063,00	16.191,00	17.942,00	19.377,00	22.824,00	16.765,00	23.558,00	33.674,00	38.455,00	52.683,00
Milho	35.891,00	35.441,00	44.029,00	42.540,00	41.777,00	57.140,00	83.763,00	58.255,00	115.244,00	132.392,00
Soja	10.699,00	7.081,00	12.647,00	12.002,00	11.692,00	14.349,00	17.237,00	21.590,00	31.539,00	45.714,00
Trigo	54,00	-	-	-	-	-	9,00	-	-	-
Outras	30.974,00	27.043,00	31.299,00	17.292,00	31.909,00	47.184,00	35.993,00	7.667,00	41.479,00	45.624,00
Subtotal	168.362,00	161.162,00	154.438,00	156.844,00	173.572,00	197.787,00	246.556,00	224.752,00	352.948,00	424.884,00
culturas temporárias										
Cana	392.360,00	426.978,00	610.370,00	621.933,00	628.704,00	504.846,00	688.420,00	953.243,00	1.293.014,00	1.477.197,00
Mamona	-	-	8,00	-	-	-	7,00	-	-	-
Mandioca	8.896,00	21.743,00	2.745,00	12.054,00	6.398,00	4.698,00	7.060,00	3.348,00	17.972,00	19.709,00
Subtotal	401.256,00	448.721,00	613.123,00	633.987,00	635.102,00	509.544,00	695.487,00	956.591,00	1.310.986,00	1.496.906,00
culturas permanentes										
Banana	30,00	39,00	263,00	552,00	1.190,00	589,00	1.230,00	1.607,00	5.013,00	3.852,00
Café	95.870,00	66.772,00	56.872,00	85.853,00	69.065,00	69.413,00	72.866,00	69.984,00	94.597,00	85.149,00
Laranja	461.146,00	163.821,00	148.281,00	164.175,00	228.124,00	232.479,00	165.039,00	508.964,00	779.392,00	833.392,00
Outras	130.701,00	65.459,00	57.111,00	57.824,00	66.255,00	42.851,00	53.126,00	139.951,00	85.555,00	87.669,00
Subtotal	687.747,00	296.091,00	262.527,00	308.404,00	364.634,00	345.332,00	292.261,00	720.506,00	964.557,00	1.010.062,00
Total	1.257.365,00	905.974,00	1.030.088,00	1.099.235,00	1.173.308,00	1.052.663,00	1.234.304,00	1.901.849,00	2.628.491,00	2.931.852,00

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 4d. Evolução do valor bruto da produção agrícola, valores constantes base 1994 = 100, da Bacia do Mogi-Guaçu, em R\$ mil/ano, 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	168.362,00	401.256,00	687.747,00	1.257.365,00
1995	113.444,76	315.862,58	208.423,64	637.730,98
1996	94.542,64	375.336,80	160.711,71	630.591,14
1997	79.323,08	320.635,79	155.973,80	555.932,67
1998	80.740,85	295.431,73	169.617,56	545.790,15
1999	87.948,02	226.573,97	153.555,42	468.077,40
2000	92.572,31	261.128,66	109.732,78	463.433,76
2001	73.901,55	314.540,30	236.912,30	625.354,16
2002	100.105,73	371.831,58	273.574,81	745.512,12
2003	88.310,75	311.127,00	209.938,07	609.375,82

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndice 3 (b)

Apêndice 4e. Evolução do valor bruto da produção agrícola da Bacia do Pardo, em mil Reais, período de 1994 a 2003

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	1.623,00	3.517,00	3.934,00	3.700,00	2.953,00	2.705,00	4.494,00	3.427,00	4.006,00	2.870,00
Amedoim	8.785,00	6.435,00	9.759,00	9.810,00	11.150,00	8.609,00	20.331,00	16.698,00	20.037,00	31.290,00
Arroz	2.130,00	3.211,00	2.683,00	1.301,00	1.049,00	1.069,00	745,00	1.095,00	1.383,00	1.349,00
Batata	50.242,00	76.559,00	22.887,00	45.729,00	63.376,00	44.326,00	67.059,00	145.537,00	119.140,00	106.223,00
Cebola	26.095,00	29.846,00	16.500,00	46.149,00	37.555,00	35.824,00	45.532,00	42.622,00	68.162,00	50.077,00
Feijão	9.185,00	5.412,00	3.748,00	6.811,00	13.840,00	6.062,00	12.436,00	29.054,00	28.577,00	45.492,00
Milho	21.624,00	26.595,00	30.180,00	30.857,00	35.149,00	50.100,00	55.407,00	38.691,00	75.123,00	91.072,00
Soja	23.261,00	10.214,00	23.080,00	23.620,00	12.249,00	21.521,00	24.907,00	28.625,00	42.464,00	48.406,00
Outras (1)	3.914,00	5.880,00	4.045,00	3.796,00	5.010,00	8.461,00	6.622,00	1.004,00	6.798,00	8.389,00
Subtotal	146.859,00	167.669,00	116.816,00	171.773,00	182.331,00	178.677,00	237.533,00	306.753,00	365.690,00	385.168,00
culturas temporárias										
Cana	214.632,00	249.672,00	377.836,00	420.758,00	400.776,00	341.131,00	428.730,00	611.954,00	777.715,00	836.127,00
Mandioca	109,00	158,00	18,00	17,00	191,00	308,00	320,00	91,00	249,00	843,00
Subtotal	214.741,00	249.830,00	377.854,00	420.775,00	400.967,00	341.439,00	429.050,00	612.045,00	777.964,00	836.970,00
culturas permanentes										
Banana	4,00	2,00	2,00	20,00	188,00	61,00	278,00	604,00	827,00	1.285,00
Café	95.569,00	72.451,00	64.184,00	76.663,00	83.389,00	90.236,00	75.007,00	58.873,00	70.775,00	54.056,00
Laranja	45.811,00	17.902,00	22.173,00	24.889,00	39.744,00	28.875,00	25.130,00	81.204,00	110.425,00	86.277,00
Outras (2)	19.440,00	17.935,00	17.018,00	9.721,00	15.026,00	17.566,00	7.556,00	15.018,00	12.606,00	4.794,00
Subtotal	160.824,00	108.290,00	103.377,00	111.293,00	138.347,00	136.738,00	107.971,00	155.699,00	194.633,00	146.412,00
Total	522.424,00	525.789,00	598.047,00	703.841,00	721.645,00	656.854,00	774.554,00	1.074.497,00	1.338.287,00	1.368.550,00

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 4f. Evolução do valor bruto da produção agrícola, valores constantes base 1994 = 100, da Bacia do Pardo, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	146.859,00	214.741,00	160.824,00	522.424,00
1995	118.025,15	175.859,72	76.227,23	370.112,09
1996	71.511,50	231.311,68	63.284,52	366.107,69
1997	86.873,35	212.804,88	56.285,88	355.964,11
1998	84.815,29	186.518,66	64.355,16	335.689,12
1999	79.450,56	151.824,35	60.801,95	292.076,87
2000	89.184,52	161.091,80	40.538,96	290.815,28
2001	100.864,61	201.248,83	51.195,98	353.309,42
2002	103.719,71	220.651,92	55.203,26	379.574,89
2003	80.055,91	173.961,47	30.431,25	284.448,63

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndice 3 (b)

Apêndice 4g. Evolução do valor bruto da produção agrícola do Estado de São Paulo, em mil Reais, período de 1994 a 2003.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
culturas anuais										
Algodão	127.350,00	122.300,00	83.352,00	88.067,00	76.061,00	87.742,00	94.867,00	102.152,00	114.708,00	198.421,00
Amedoim	53.855,00	41.143,00	64.800,00	59.814,00	58.618,00	55.260,00	100.771,00	76.822,00	119.031,00	166.044,00
Arroz	51.060,00	44.851,00	46.846,00	36.786,00	39.226,00	35.524,00	29.536,00	38.298,00	37.688,00	49.428,00
Batata	212.173,00	243.440,00	61.061,00	198.052,00	249.644,00	204.718,00	269.246,00	476.078,00	403.944,00	426.683,00
Cebola	98.324,00	101.527,00	56.998,00	102.326,00	89.212,00	100.801,00	119.109,00	97.853,00	143.140,00	94.740,00
Feijão	219.995,00	100.852,00	128.422,00	119.036,00	233.341,00	185.943,00	157.950,00	291.856,00	343.378,00	400.292,00
Milho	376.241,00	406.966,00	460.733,00	468.331,00	490.190,00	625.315,00	657.691,00	667.190,00	1.055.982,00	1.296.982,00
Soja	216.102,00	159.556,00	320.918,00	370.797,00	220.929,00	359.312,00	342.752,00	480.670,00	756.119,00	962.014,00
Trigo	5.486,00	10.631,00	6.174,00	4.449,00	2.757,00	8.315,00	3.834,00	13.577,00	24.573,00	44.675,00
Outras (1)	314.467,00	334.054,00	343.080,00	229.028,00	334.085,00	387.864,00	472.218,00	247.139,00	428.707,00	491.087,00
Subtotal	1.675.053,00	1.565.320,00	1.572.384,00	1.676.686,00	1.794.063,00	2.050.794,00	2.247.974,00	2.491.635,00	3.427.270,00	4.130.366,00
culturas temporárias										
Cana	1.619.551,00	1.912.362,00	2.788.267,00	3.070.341,00	3.003.829,00	2.318.604,00	3.372.474,00	4.915.288,00	6.481.193,00	7.047.490,00
Mamona	503,00	186,00	270,00	353,00	243,00	409,00	2.577,00	1.665,00	832,00	659,00
Mandioca	65.769,00	166.738,00	71.323,00	82.067,00	50.425,00	48.776,00	70.160,00	45.432,00	136.255,00	168.356,00
Subtotal	1.685.823,00	2.079.286,00	2.859.860,00	3.152.761,00	3.054.497,00	2.367.789,00	3.445.211,00	4.962.385,00	6.618.280,00	7.216.505,00
culturas permanentes										
Banana	13.709,00	21.092,00	114.202,00	138.532,00	197.078,00	64.006,00	109.184,00	244.255,00	354.290,00	339.527,00
Café	482.995,00	379.126,00	387.363,00	471.838,00	525.974,00	531.774,00	359.798,00	380.610,00	544.527,00	433.381,00
Laranja	1.863.305,00	709.060,00	605.834,00	574.422,00	953.592,00	946.857,00	638.900,00	2.002.963,00	3.009.138,00	3.269.038,00
Outras (2)	560.335,00	482.933,00	483.336,00	467.179,00	646.043,00	693.790,00	747.235,00	1.286.059,00	865.324,00	975.181,00
Subtotal	2.920.344,00	1.592.211,00	1.590.735,00	1.651.971,00	2.322.687,00	2.236.427,00	1.855.117,00	3.913.887,00	4.773.279,00	5.017.127,00
Total	6.281.220,00	5.236.817,00	6.022.979,00	6.481.418,00	7.171.247,00	6.655.010,00	7.548.302,00	11.367.907,00	14.818.829,00	16.363.998,00

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Apêndice 4h. Evolução do valor bruto da produção agrícola, valores constantes base 1994 = 100, do Estado de São Paulo do Pardo, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	1.675.053,00	1.685.823,00	2.920.344,00	6.281.220,00
1995	1.101.856,18	1.463.645,85	1.120.785,23	3.686.287,26
1996	962.569,62	1.750.726,52	973.803,59	3.687.099,73
1997	847.975,66	1.594.493,30	835.476,17	3.277.945,13
1998	834.548,06	1.420.866,79	1.080.449,19	3.335.864,04
1999	911.906,59	1.052.861,67	994.450,21	2.959.218,47
2000	844.027,92	1.293.544,44	696.525,20	2.834.097,55
2001	819.283,92	1.631.700,57	1.286.939,98	3.737.924,47
2002	972.067,75	1.877.125,68	1.353.832,80	4.203.026,23
2003	858.483,02	1.499.926,89	1.042.793,39	3.401.203,31

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais do Índice de Preços Recebidos pelos agricultores (FGV) entre 1994 a 2003. Ver Apêndice 3 (b)

Apêndice 5a. Valor bruto da produção (VBP) agrícola da Bacia do Baixo Pardo Grande ajustado ambientalmente e por cultura, emR\$ mil/ano, período de 1994 a 2003

Usos/ anos	VBP agrícola total	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola total ajustado	% depreciação em relação ao VBP
1994	441.976,00	7.555,45	434.420,55	1,71
1995	223.003,18	4.181,37	218.821,81	1,88
1996	258.356,83	5.105,17	253.251,66	1,98
1997	238.350,06	5.326,30	233.023,76	2,23
1998	204.178,46	4.286,37	199.892,08	2,10
1999	175.590,56	4.636,83	170.953,73	2,64
2000	176.812,38	4.634,41	172.177,97	2,62
2001	255.907,22	5.473,91	250.433,31	2,14
2002	283.976,00	5.157,81	278.818,19	1,82
2003	218.615,67	4.681,07	213.934,60	2,14

Fonte: Resultados da pesquisa.

Continuação Apêndice 5a.

Usos/ anos	Culturas anuais			
	VBP agrícola	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	112.448,00	5.496,84	106.951,16	4,89
1995	64.611,89	2.695,18	61.916,71	4,17
1996	76.092,38	3.306,68	72.785,71	4,35
1997	75.667,55	3.471,73	72.195,82	4,59
1998	46.906,56	2.705,34	44.201,22	5,77
1999	56.784,45	2.956,17	53.828,28	5,21
2000	48.341,43	3.013,79	45.327,65	6,23
2001	47.418,89	3.243,75	44.175,14	6,84
2002	52.477,60	2.871,98	49.605,62	5,47
2003	48.727,59	2.601,01	46.126,58	5,34

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas temporárias			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	122.723,00	1.988,17	120.734,83	1,62
1995	110.191,25	1.451,69	108.739,56	1,32
1996	140.734,69	1.749,90	138.984,79	1,24
1997	135.257,98	1.809,73	133.448,25	1,34
1998	116.416,76	1.540,16	114.876,61	1,32
1999	78.062,33	1.638,72	76.423,61	2,10
2000	105.752,89	1.585,46	104.167,43	1,50
2001	153.854,93	2.194,06	151.660,86	1,43
2002	164.136,32	2.244,99	161.891,34	1,37
2003	121.647,90	2.047,11	119.600,80	1,68

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas permanentes			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	206.805,00	70,44	206.734,56	0,034
1995	48.200,05	34,50	48.165,55	0,072
1996	41.529,76	48,59	41.481,17	0,117
1997	27.424,53	44,84	27.379,69	0,164
1998	40.855,14	40,87	40.814,26	0,100
1999	40.743,77	41,94	40.701,84	0,103
2000	22.718,06	35,16	22.682,89	0,155
2001	54.633,40	36,09	54.597,30	0,066
2002	67.362,08	40,84	67.321,24	0,061
2003	48.240,18	32,96	48.207,23	0,068

Apêndice 5b. Valor bruto da produção (VBP) agrícola da Bacia do Mogi Guaçu ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	VBP agrícola total	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola total ajustado	% depreciação em relação ao VBP
1994	1.257.365,00	11.573,69	1.245.791,31	0,92
1995	637.730,98	6.932,36	630.798,61	1,09
1996	630.591,14	7.663,68	622.927,46	1,22
1997	555.932,67	7.207,81	548.724,86	1,30
1998	545.790,15	6.645,21	539.144,94	1,22
1999	468.077,40	7.169,23	460.908,17	1,53
2000	463.433,76	6.869,43	456.564,32	1,48
2001	625.354,16	7.912,61	617.441,55	1,27
2002	745.512,12	8.287,20	737.224,92	1,11
2003	609.375,82	7.422,56	601.953,26	1,22

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas anuais			
	VBP agrícola	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	168.362,00	4.602,51	163.759,49	2,73
1995	113.444,76	2.587,12	110.857,64	2,28
1996	94.542,64	2.553,82	91.988,81	2,70
1997	79.323,08	2.461,56	76.861,51	3,10
1998	80.740,85	2.168,78	78.572,07	2,69
1999	87.948,02	2.380,40	85.567,62	2,71
2000	92.572,31	2.322,95	90.249,36	2,51
2001	73.901,55	2.659,26	71.242,29	3,60
2002	100.105,73	2.694,69	97.411,04	2,69
2003	88.310,75	2.385,04	85.925,70	2,70

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas temporárias			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	401.256,00	6.750,97	394.505,03	1,68
1995	315.862,58	4.226,83	311.635,74	1,34
1996	375.336,80	4.954,76	370.382,04	1,32
1997	320.635,79	4.579,41	316.056,39	1,43
1998	295.431,73	4.332,14	291.099,59	1,47
1999	226.573,97	4.634,76	221.939,20	2,05
2000	261.128,66	4.427,94	256.700,72	1,70
2001	314.540,30	5.120,98	309.419,32	1,63
2002	371.831,58	5.447,40	366.384,17	1,47
2003	311.127,00	4.909,64	306.217,37	1,58

Fonte: Resultados da pesquisa.

Continuação Apêndice 5b.

Usos/ anos	Culturas permanentes			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	687.747,00	220,21	687.526,79	0,032
1995	208.423,64	118,42	208.305,23	0,057
1996	160.711,71	155,10	160.556,61	0,097
1997	155.973,80	166,84	155.806,96	0,107
1998	169.617,56	144,29	169.473,28	0,085
1999	153.555,42	154,07	153.401,34	0,100
2000	109.732,78	118,54	109.614,24	0,108
2001	236.912,30	132,37	236.779,94	0,056
2002	273.574,81	145,11	273.429,70	0,053
2003	209.938,07	127,88	209.810,19	0,061

Fonte: Resultados da pesquisa.

Apêndice 5c. Valor bruto da produção (VBP) agrícola da Bacia do Pardo ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	VBP agrícola total	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola total ajustado	% depreciação em relação ao VBP
1994	522.424,00	7.083,28	515.340,72	1,36
1995	370.112,09	4.173,22	365.938,87	1,13
1996	366.107,69	5.047,41	361.060,28	1,38
1997	355.964,11	4.978,28	350.985,83	1,40
1998	335.689,12	4.285,14	331.403,98	1,28
1999	292.076,87	4.530,30	287.546,57	1,55
2000	290.815,28	4.545,98	286.269,31	1,56
2001	353.309,42	5.428,68	347.880,74	1,54
2002	379.574,89	5.215,28	374.359,61	1,37
2003	284.448,63	4.845,41	279.603,22	1,70

Fonte: Resultados da pesquisa.

Continuação Apêndice 5c.

Usos/ anos	Culturas anuais			
	VBP agrícola	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	146.859,00	3.251,98	143.607,02	2,21
1995	118.025,15	1.749,49	116.275,65	1,48
1996	71.511,50	1.921,71	69.589,79	2,69
1997	86.873,35	1.898,09	84.975,25	2,18
1998	84.815,29	1.514,34	83.300,95	1,79
1999	79.450,56	1.634,87	77.815,69	2,06
2000	89.184,52	1.768,18	87.416,34	1,98
2001	100.864,61	2.102,58	98.762,03	2,08
2002	103.719,71	2.068,42	101.651,30	1,99
2003	80.055,91	1.757,58	78.298,33	2,20

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas temporárias			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	214.741,00	3.769,80	210.971,20	1,76
1995	175.859,72	2.390,67	173.469,05	1,36
1996	231.311,68	3.081,31	228.230,37	1,33
1997	212.804,88	3.032,86	209.772,02	1,43
1998	186.518,66	2.727,59	183.791,07	1,46
1999	151.824,35	2.848,93	148.975,42	1,88
2000	161.091,80	2.741,76	158.350,04	1,70
2001	201.248,83	3.289,96	197.958,87	1,63
2002	220.651,92	3.117,25	217.534,67	1,41
2003	173.961,47	3.052,46	170.909,00	1,75

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas permanentes			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	160.824,000	61,495	160.762,505	0,038
1995	76.227,229	33,059	76.194,170	0,043
1996	63.284,516	44,399	63.240,117	0,070
1997	56.285,885	47,324	56.238,561	0,084
1998	64.355,165	43,205	64.311,960	0,067
1999	60.801,954	46,493	60.755,462	0,076
2000	40.538,965	36,041	40.502,923	0,089
2001	51.195,977	36,139	51.159,837	0,071
2002	55.203,256	29,619	55.173,637	0,054
2003	30.431,254	35,370	30.395,884	0,116

Fonte: Resultados da pesquisa.

Apêndice 5d. Valor bruto da produção (VBP) agrícola do Estado de São Paulo ajustado ambientalmente, em R\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	VBP agrícola total	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola total ajustado	% depreciação em relação ao VBP
1994	6.281.220,00	86.339,49	6.194.880,51	1,37
1995	3.686.287,26	50.574,49	3.635.712,77	1,37
1996	3.687.099,73	55.662,28	3.631.437,45	1,51
1997	3.277.945,13	55.059,13	3.222.885,99	1,68
1998	3.335.864,04	48.647,01	3.287.217,03	1,46
1999	2.959.218,47	52.693,16	2.906.525,30	1,78
2000	2.834.097,55	49.338,30	2.784.759,25	1,74
2001	3.737.924,47	59.657,26	3.678.267,22	1,60
2002	4.203.026,23	60.748,91	4.142.277,32	1,45
2003	3.401.203,31	56.132,61	3.345.070,70	1,65

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas anuais			
	VBP agrícola	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	1.675.053,00	54.947,48	1.620.105,52	3,28
1995	1.101.856,18	30.665,68	1.071.190,50	2,78
1996	962.569,62	31.096,82	931.472,80	3,23
1997	847.975,66	31.223,01	816.752,65	3,68
1998	834.548,06	26.656,08	807.891,98	3,19
1999	911.906,59	29.612,83	882.293,76	3,25
2000	844.027,92	27.143,02	816.884,90	3,22
2001	819.283,92	32.337,96	786.945,96	3,95
2002	972.067,75	32.333,42	939.734,33	3,33
2003	858.483,02	29.966,08	828.516,94	3,49

Fonte: Resultados da pesquisa.

Usos/ anos	Culturas temporárias			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	1.685.823,00	30.319,15	1.655.503,85	1,80
1995	1.463.645,85	19.291,27	1.444.354,58	1,32
1996	1.750.726,52	23.800,99	1.726.925,53	1,36
1997	1.594.493,30	23.066,82	1.571.426,48	1,45
1998	1.420.866,79	21.284,34	1.399.582,45	1,50
1999	1.052.861,67	22.324,95	1.030.536,72	2,12
2000	1.293.544,44	21.574,21	1.271.970,23	1,67
2001	1.631.700,57	26.601,69	1.605.098,87	1,63
2002	1.877.125,68	27.671,91	1.849.453,77	1,47
2003	1.499.926,89	25.507,11	1.474.419,79	1,70

Fonte: Resultados da pesquisa.

Continuação Apêndice 5d.

Usos/ anos	Culturas permanentes			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	2.920.344,00	1.072,85	2.919.271,15	0,037
1995	1.120.785,23	617,54	1.120.167,68	0,055
1996	973.803,59	764,47	973.039,12	0,079
1997	835.476,17	769,30	834.706,87	0,092
1998	1.080.449,19	706,60	1.079.742,60	0,065
1999	994.450,21	755,38	993.694,83	0,076
2000	696.525,20	621,07	695.904,13	0,089
2001	1.286.939,98	717,60	1.286.222,38	0,056
2002	1.353.832,80	743,59	1.353.089,22	0,055
2003	1.042.793,39	659,42	1.042.133,97	0,063

Fonte: Resultados da pesquisa.

Apêndice 6a. Evolução dos preços dos fertilizantes, médias anuais nominais expressas em US\$/t, 1994

Fertilizantes / anos	Sulfato de Amônio	Supertoslato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
1994	215,37	151,16	261,94	16,17
1995	225,95	162,86	281,37	16,94
1996	278,68	202,92	336,91	14,57
1997	278,41	204,32	331,76	14,68
1998	231,25	185,22	302,74	13,73
1999	180,27	171,91	283,98	8,83
2000	197,33	178,48	303,08	9,11
2001	197,39	165,05	271,23	9,75
2002	191,54	156,28	262,56	8,93
2003	209,10	181,55	293,25	10,28
Variação (%) nominal 1994/2003	-2,91	20,10	11,95	-36,44

Fonte: Informações Econômicas, 1994 a 2003 (IEA) e Anuários Estatísticos de 1995 e 1996 (IEA).

Nota: Para o cálculo das médias anuais, foram considerados os preços mensais dos fertilizantes e para o per Taxa de câmbio Real/Dólar, média anual (dólar comercial, venda), BCB.

Apêndice 6b. Série da taxa de câmbio nominal real/dólar, em R\$, dólar comercial venda, 1994 a 2003.

Ano/Mês	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
jan ¹	0,99	0,85	0,98	1,05	1,12	1,52	1,8	1,95	2,38	3,44
fev	0,99	0,84	0,98	1,05	1,13	1,91	1,78	2	2,42	3,59
mar	0,98	0,89	0,99	1,06	1,14	1,9	1,74	2,09	2,35	3,45
abr	0,99	0,91	0,99	1,07	1,15	1,69	1,77	2,19	2,32	3,12
mai	0,99	0,89	1	1,07	1,15	1,68	1,83	2,3	2,48	2,96
jun	1,01	0,91	1	1,08	1,16	1,77	1,81	2,38	2,71	2,88
jul	0,94	0,93	1,01	1,09	1,17	1,8	1,8	2,47	2,93	2,88
ago	0,91	0,94	1,02	1,09	1,18	1,88	1,81	2,51	3,11	3
set	0,89	0,95	1,02	1,1	1,18	1,9	1,84	2,67	3,34	2,92
out	0,85	0,96	1,03	1,1	1,19	1,97	1,88	2,74	3,81	2,86
nov	0,84	0,96	1,04	1,11	1,2	1,93	1,95	2,54	3,58	2,91
dez	0,85	0,97	1,04	1,12	1,21	1,84	1,96	2,36	3,63	2,93
média anual	0,935	0,918	1,009	1,082	1,165	1,816	1,83	2,35	2,921	3,078

Fonte: Banco Central do Brasil (BCB).

¹ O câmbio em Real para os meses de janeiro a junho foi obtido utilizando-se a média mensal da URV para a conversão do Cruzeiro.

Apêndice 6c. Estimativas do valor econômico da depreciação do recurso solo, em US\$ mil/ano, nas principais culturas do Estado de São Paulo, de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	58.751,08	32.417,92	1.147,12	92.316,11
1995	55.816,26	35.352,54	1.129,07	92.297,87
1996	61.229,02	46.822,84	1.502,12	109.553,99
1997	62.093,19	45.872,96	1.529,91	109.496,06
1998	50.542,54	40.357,20	1.339,77	92.239,52
1999	42.117,74	31.752,33	1.074,37	74.944,44
2000	42.609,48	33.867,49	974,97	77.451,94
2001	42.554,27	35.005,78	944,30	78.504,34
2002	40.802,62	34.920,11	938,36	76.661,08
2003	47.381,12	40.330,77	1.042,65	88.754,54
média	50.389,73	37.669,99	1.162,26	89.221,99
participação (%)	56,48	42,22	1,30	100,00

Fonte: Dados de pesquisa.

Apêndice 6d. Evolução do valor bruto da produção agrícola do Estado de São Paulo, em US\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	Total
1994	1.791.004,04	1.802.519,57	3.122.496,96	6.716.020,57
1995	1.706.018,98	2.266.182,88	1.735.327,08	5.707.528,94
1996	1.558.361,08	2.834.355,04	1.576.548,42	5.969.264,53
1997	1.548.977,03	2.912.623,11	1.526.144,51	5.987.744,65
1998	1.539.486,73	2.621.066,04	1.993.099,36	6.153.652,14
1999	1.129.325,90	1.303.887,88	1.231.549,79	3.664.763,56
2000	1.228.254,14	1.882.403,74	1.013.603,86	4.124.261,73
2001	1.060.075,47	2.111.265,34	1.665.177,93	4.836.518,74
2002	1.173.255,51	2.265.632,27	1.634.034,06	5.072.921,83
2003	1.341.776,13	2.344.328,36	1.629.846,18	5.315.950,67

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM), 1994 a 2003 (IBGE).

Nota: Para o cálculo desses valores, foram utilizadas as médias anuais da taxa de câmbio R\$/US\$.

Ver Apêndice 6 (b).

Apêndice 6e. Valor bruto da produção (VBP) agrícola do Estado de São Paulo ajustado ambientalmente em US\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	VBP agrícola total	Depreciação do recurso solo	BP agrícola total ajustado	% depreciação em relação ao VBP
1994	6.716.020,57	92.316,11	6.623.704,46	1,37
1995	5.707.528,94	92.297,87	5.615.231,07	1,62
1996	5.969.264,53	109.553,99	5.859.710,54	1,84
1997	5.987.744,65	109.496,06	5.878.248,59	1,83
1998	6.153.652,14	92.239,52	6.061.412,61	1,50
1999	3.664.763,56	74.944,44	3.589.819,13	2,05
2000	4.124.261,73	77.451,94	4.046.809,80	1,88
2001	4.836.518,74	78.504,34	4.758.014,39	1,62
2002	5.072.921,83	76.661,08	4.996.260,75	1,51
2003	5.315.950,67	88.754,54	5.227.196,13	1,67

Fonte: Dados de pesquisa

Apêndice 6f. Valor bruto da produção (VBP) agrícola do Estado de São Paulo ajustado ambientalmente, em US\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais			
	VBP agrícola	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	1.791.004,04	58.751,08	1.732.252,96	3,28
1995	1.706.018,98	55.816,26	1.650.202,72	3,27
1996	1.558.361,08	61.229,02	1.497.132,05	3,93
1997	1.548.977,03	62.093,19	1.486.883,85	4,01
1998	1.539.486,73	50.542,54	1.488.944,19	3,28
1999	1.129.325,90	42.117,74	1.087.208,15	3,73
2000	1.228.254,14	42.609,48	1.185.644,65	3,47
2001	1.060.075,47	42.554,27	1.017.521,21	4,01
2002	1.173.255,51	40.802,62	1.132.452,89	3,48
2003	1.341.776,13	47.381,12	1.294.395,01	3,53

Fonte: Dados de pesquisa

Usos/ anos	Culturas temporárias			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	1.802.519,57	32.417,92	1.770.101,65	1,80
1995	2.266.182,88	35.352,54	2.230.830,34	1,56
1996	2.834.355,04	46.822,84	2.787.532,19	1,65
1997	2.912.623,11	45.872,96	2.866.750,14	1,57
1998	2.621.066,04	40.357,20	2.580.708,84	1,54
1999	1.303.887,88	31.752,33	1.272.135,54	2,44
2000	1.882.403,74	33.867,49	1.848.536,25	1,80
2001	2.111.265,34	35.005,78	2.076.259,56	1,66
2002	2.265.632,27	34.920,11	2.230.712,16	1,54
2003	2.344.328,36	40.330,77	2.303.997,59	1,72

Usos/ anos	Culturas permanentes			
	Valor bruto da produção	Depreciação do recurso solo	VBP agrícola ajustado ambientalmente	% depreciação em relação ao VBP
1994	3.122.496,96	1.147,12	3.121.349,85	0,04
1995	1.735.327,08	1.129,07	1.734.198,01	0,07
1996	1.576.548,42	1.502,12	1.575.046,29	0,10
1997	1.526.144,51	1.529,91	1.524.614,60	0,10
1998	1.993.099,36	1.339,77	1.991.759,59	0,07
1999	1.231.549,79	1.074,37	1.230.475,43	0,09
2000	1.013.603,86	974,97	1.012.628,89	0,10
2001	1.665.177,93	944,30	1.664.233,62	0,06
2002	1.634.034,06	938,36	1.633.095,70	0,06
2003	1.629.846,18	1.042,65	1.628.803,53	0,06

Apêndice 6g. Valor bruto da produção (VBP) agrícola do Estado de São Paulo ajustado ambientalmente, em US\$ mil/ano, período de 1994 a 2003.

Usos/ anos	Culturas anuais	Culturas temporárias	Culturas permanentes	VBP agrícola total
1994	1.732.252,96	1.770.101,65	3.121.349,85	6.623.704,46
1995	1.650.202,72	2.230.830,34	1.734.198,01	5.615.231,07
1996	1.497.132,05	2.787.532,19	1.575.046,29	5.859.710,54
1997	1.486.883,85	2.866.750,14	1.524.614,60	5.878.248,59
1998	1.488.944,19	2.580.708,84	1.991.759,59	6.061.412,61
1999	1.087.208,15	1.272.135,54	1.230.475,43	3.589.819,13
2000	1.185.644,65	1.848.536,25	1.012.628,89	4.046.809,80
2001	1.017.521,21	2.076.259,56	1.664.233,62	4.758.014,39
2002	1.132.452,89	2.230.712,16	1.633.095,70	4.996.260,75
2003	1.294.395,01	2.303.997,59	1.628.803,53	5.227.196,13

Fonte: Dados de pesquisa