



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2003

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 35

Valoração Ambiental de Sistemas de Manejo de Solo O Caso do Plantio Direto na Região do Planalto Médio, RS

Sergio Gomes Tôsto
Ronaldo Serôa da Motta
Ramon Arigoni Ortiz
Paulo Choji Kitamura
Rebert Coelho
André Steffens
Honorino Rodigheri

Rio de Janeiro, RJ
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisor de Português: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Cláudia Regina Delaia*

Tratamento de ilustrações: *Rafael Simões Bodas Fernandes*

Edição eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

1ª edição

1ª impressão (2003): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Valorização ambiental de sistemas de manejo de solo: o caso do plantio direto na região do planalto médio, RS / Sergio Gomes Tôsto... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2003. 31 p.- (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n° 35)

ISSN 1678-0892

1. Solo – Manejo - Sistemas. 2. Meio ambiente – Manejo – Solo – Brasil – Rio Grande do Sul. I. Tôsto, Sergio Gomes. II. Motta, Ronaldo Serôa da. III. Ortiz, Ramon Arigoni. IV. Kitamura, Paulo Choji. V. Coelho, Rebert. VI. Steffens, André. VII. Rodigheri, Honorino. VIII. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). IX. Série.

CDD (21.ed.) 631.4

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo, 5
Abstract, 7
Introdução, 9
Evolução do Plantio Direto no Rio Grande do Sul, 9
Material e Métodos, 13
Custos in-situ, 13
O Experimento na Embrapa Trigo, 15
Resultados e Discussão, 17
Custos in-situ, 17
Custos ex-situ, 21
Redução dos gastos públicos, 21
Desenvolvimento de outras atividades econômicas - gado de leite, 22
Redução do êxodo rural, 24
Assoreamento de rios, 27
Consumo de diesel e derivados, 28
Incremento da fauna e flora, 28
Conclusões, 29
Referências Bibliográficas, 30

Valoração Ambiental de Sistemas de Manejo de Solo

O Caso do Plantio Direto na Região do Planalto Médio, RS

Sergio Gomes Tôsto¹

Ronaldo Serôa da Motta²

Ramon Arigoni Ortiz²

Paulo Choji Kitamura³

Rebert Coelho⁴

André Steffens⁵

Honorino Rodigheri⁶

Resumo

O sistema plantio direto é reconhecido como uma forma de manejo conservacionista de solo que mitiga as perdas por erosão provocadas pelas atividades agrícolas. Esse estudo avalia economicamente o uso deste sistema ao longo de doze anos na região do Planalto Médio, Estado do Rio Grande do Sul.

Estima-se o valor adicional da produção agropecuária ganho em decorrência da mudança do sistema de manejo de plantio convencional para o sistema plantio direto. Esse valor é calculado através do método de valoração ambiental conhecido por Método da Produtividade Marginal, utilizando-se dados de experimento realizado pela Embrapa Trigo com as culturas de trigo, soja, milho, aveia preta, aveia branca e sorgo.

¹ Pesquisador II, Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024 Rio de Janeiro-RJ. E-mail: sac@cnps.embrapa.br

² Pesquisador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA.

³ Pesquisador III, Embrapa Meio Ambiente. Rod. SP 340, Km 127,5, Bairro Tanquinho Velho. Jaguariúna, SP.

⁴ Pesquisador II, Embrapa Semi-Árido. Rod. BR 428, Km 152, Zona Rural. Petrolina, PE.

⁵ Pesquisador II, Embrapa Pantanal. R. 21 de Setembro, 1.880, Bairro N. Senhora de Fátima. Corumbá, MS.

⁶ Pesquisador II, Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111. Colombo, PR.

Os resultados obtidos para doze anos de análise (1986/1997) indicam que o valor da produção adicional resultante do uso do plantio direto variou entre US\$ 118 e US\$ 214 milhões, quando comparado com o uso de sistemas convencionais de manejo de solo.

Analisa-se também qualitativamente alguns benefícios envolvidos na utilização do sistema plantio direto (custos ex-situ), bem como atividades econômicas que se desenvolveram na região a partir da introdução do plantio direto.

Palavras chave: valoração ambiental, erosão, plantio direto.

Environmental Valuation of Soil Management Systems

The No Till Case in the Planalto Médio Region, State of Rio Grande do Sul

Abstract

No-tillage system is recognized as a form of soil conservation that mitigates the erosion losses caused by the agricultural activities. The present study evaluates economically the use of No-Till during twelve years in the Planalto Médio Region, Rio Grande do Sul State.

The additional value of the agricultural production is provided due to the change from plowing systems to NO – Tillage (benefits by using the technique or erosion “in-situ” costs). That value is calculated through the environmental valuation method known as Marginality Productivity Method. We used experimental data from the National Wheat Research Center of EMBRAPA, with wheat, soy, corn, black oat, white oat and sorghum.

During twelve years (1986/1997) the results indicate that the additional production value resulting from the adoption of No – Till varied from US\$ 118 to US\$ 214 million, when compared with conventional plowing systems use.

Also, some benefits are analysed involving No-Till system (“ex-situ” costs), as well as economical activities that were developed in the area after the introduction of No-Till.

Word keys: environmental valuation, erosion, no tillage.

Introdução

O plantio direto é definido como um sistema de exploração agrícola, que envolve diversificação de espécies e rotação de culturas sem a mobilização de solo, ou seja, exclusivamente, na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo. É um complexo de tecnologias de processo, de produto e de serviço, que atuam de forma integrada e dependentes umas das outras. O sistema de plantio direto objetiva expressar o potencial genético das espécies cultivadas através da maximização do fator ambiente e do fator solo, sem contudo degradar os recursos naturais, atuando como um mecanismo de transformação, de reorganização e de sustentação da agricultura. Portanto, a demanda implicada nos objetivos do sistema plantio direto é a da prática de uma agricultura rentável, competitiva e sustentável.

A percepção geral dos técnicos, pesquisadores e agricultores envolvidos com o sistema plantio direto é a de que com a introdução do sistema melhorou os benefícios privados e sociais para a sociedade.

O principal objetivo desse estudo foi quantificar, quando possível, esses benefícios observados ao longo dos anos.

Dividiu-se o estudo em duas partes: na primeira, estimou-se os valores dos benefícios privados decorrentes do uso do sistema plantio direto na região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul. A segunda parte desse estudo foi formada pela análise de alguns custos indiretos reduzidos a partir da mudança no sistema de plantio (custos *ex-situ*) e da enumeração de atividades que sofreram impactos, positivos ou negativos, a partir da evolução do sistema plantio direto no RS.

Evolução do Plantio Direto no Rio Grande do Sul

Denardin (1997) descreve de forma detalhada o processo de evolução do uso do sistema plantio direto no Estado do Rio Grande do Sul, apontando o ano de 1969 como marco histórico da introdução do plantio direto no estado e também no Brasil. Professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul "(...)semearam, experimentalmente, no Posto Agropecuário do Ministério da Agricultura, situado no município de Não-Me-Toque, na região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul, um hectare da cultura de sorgo, sem o preparo prévio do solo,

mantendo os restos culturais da cultura de inverno antecedente totalmente na superfície do solo. (...) Sendo esta considerada a primeira operação de plantio direto que se tem registro no Brasil.” (Denardin,1997).

A partir de 1975 o plantio direto passou a ser incorporado aos programas de pesquisa de algumas instituições do estado, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Universidade Federal de Santa Maria, o Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul e a Embrapa Trigo.

A empresa ICI do Brasil S.A., fabricante de herbicidas dessecantes, insumo essencial no plantio direto, teve destacado papel no processo de viabilização do plantio direto no Rio Grande do Sul, apoiando e realizando ações de pesquisa e de difusão da técnica em escala de lavoura. Em 1976, já havia no Rio Grande do Sul 1.600 hectares de lavoura sob o sistema plantio direto, com a sucessão de culturas trigo e soja (Tabela 1).

Tabela 1 - Evolução da área de lavoura sob plantio direto e do número de produtores adotantes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1976 a 1997.

ANO AGRÍCOLA	PRODUTORES (Nº)	ÁREA COM PLANTIO DIRETO (HA)
1976	10	1.600
1977	52	9.000
1978	76	13.000
1979	164	34.250
1980	398	40.455
1981	278	36.890
1982	339	42.730
1983	363	47.840
1984	346	47.190
1985	-	35.520
1986	-	58.240
1987	-	81.885
1988	-	139.500
1989	-	190.000
1990	-	205.000
1991	-	240.000
1992	-	320.000
1993	-	600.000
1994	-	1.020.000
1995	-	1.700.600
1996	-	2.200.000
1997	-	2.625.000

Fonte: Denardin (1997).

Foi observado inicialmente que o uso do plantio direto tem alta eficiência no controle de erosão, contribuindo para a difusão do sistema sob o enfoque conservacionista, definido como um método alternativo de preparo de solo que tinha como objetivo fundamental controlar a erosão nas lavouras cultivadas com a sucessão de culturas trigo e soja. Ainda assim, o aspecto conservacionista por si só não sustentava a adoção do sistema plantio direto. "(...) a carência de conhecimentos técnicos, a inadequação de equipamentos e a inexistência de capacitações específicas de assistentes técnicos, para garantir o estabelecimento e a continuidade do plantio direto em escala de lavoura, geraram períodos de grande instabilidade no processo de adoção (...). Observava-se que, após períodos de três a quatro anos de implementação da técnica, era comum o seu abandono." (Denardin, 1997).

A partir de 1993, aumentos anuais expressivos da área de lavoura sob plantio direto estão intimamente relacionados ao modelo de P&D preconizado pelo Projeto

METAS (viabilização e difusão do sistema plantio direto no Rio Grande do Sul). Este Projeto, que concentrou-se inicialmente nas regiões fisiográficas Alto Uruguai e Planalto Médio, do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), gerou e validou conhecimentos técnicos sobre o sistema de produção plantio direto. Foram desenvolvidos e adaptados equipamentos acessíveis aos diversos tipos de produtores. Dessa forma, o Projeto METAS proporcionou a geração e a transformação de conhecimentos em tecnologias de processo, de produto e de serviço prontas para uso.

Denardin (1997) conclui "(...) o aspecto economicidade do sistema pode ser apontado como fator preponderante na tomada de decisão para a adoção do plantio direto, visto que a rentabilidade constitui a principal mola propulsora de qualquer atividade fim."

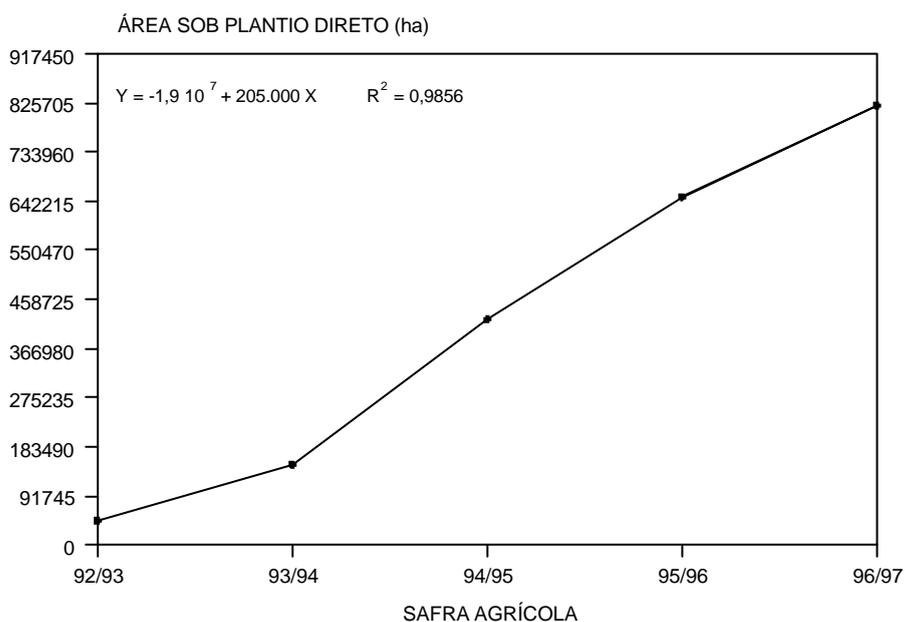


Fig. 1 - Evolução da área de lavoura sob plantio direto nas regiões fisiográficas Alto Uruguai e Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul, abrangidas pelo Projeto METAS.
Fonte: adaptado de Denardin (1997).

Material e Métodos

Os benefícios provenientes do uso do sistema plantio direto devem ser analisados em termos de seus reflexos locais (custos *in-situ*) e também em termos de seus efeitos externos (custos *ex-situ*). Apresenta-se nessa seção a metodologia aplicada para a obtenção dos custos *in-situ*.

Custos in-situ

O método de valoração ambiental utilizado no cálculo dos benefícios *in-situ* decorrentes do uso do sistema plantio direto na região do Planalto Médio foi o método da Produtividade Marginal, baseado em função de produção. Uma função de produção representa uma combinação de insumos e fatores para a produção de um bem, segundo uma tecnologia dada.

Nos métodos baseados em funções de produção, estima-se o valor do recurso ambiental E pela sua contribuição como insumo ou fator na produção de um outro produto Z que tenha valor de mercado. Deseja-se calcular o valor do impacto do uso de E em uma atividade econômica, estimando-se a variação de rendimento ou produção de Z decorrente da variação da quantidade de bens e serviços ambientais do recurso ambiental E utilizado na produção de Z^2 .

Formalmente, seja $F(.)$ a função de produção de Z dada pela expressão:

$$Z = F(X_1, \dots, X_n, E) \quad (1)$$

$\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$ é um vetor de insumos formado por bens e serviços privados e E representa um bem ou serviço ambiental gerado por um recurso ambiental que é utilizado gratuitamente, ou seja, seu preço de mercado p_E é zero. Sendo p_Z e p_{X_i} os preços de Z e X_i , $i = 1 \dots n$, a função do lucro (π) na produção de Z seria:

$$\mathbf{p} = p_Z \cdot Z - \sum_{i=1}^n p_{X_i} \cdot X_i - p_E \cdot E = p_Z \cdot F(X_1, \dots, X_n, E) - \sum_{i=1}^n p_{X_i} X_i \quad (2)$$

O produtor ajusta assim a utilização dos fatores de produção de forma a maximizar o seu lucro. Admitindo hipóteses básicas de um mercado em concorrência como a atonicidade do mercado de Z , ou seja, que a variação na produção de Z não altera seu preço de mercado, as condições de primeira ordem para maximização de lucro seriam:

$$\frac{\partial p}{\partial X_i} = p_z \cdot \frac{\partial F(X_1, \dots, X_n, E)}{\partial X_i} - p_{X_i} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{\partial F(X_1, \dots, X_n, E)}{\partial X_i} = \frac{p_{X_i}}{p_z} \quad (3)$$

$$\text{e} \quad \frac{\partial p}{\partial E} = p_z \cdot \frac{\partial F(X_1, \dots, X_n, E)}{\partial E} = 0 \quad (4)$$

A expressão (4) indica que a variação de lucro do produtor de Z é igual ao preço de Z multiplicado pela variação na produção de Z quando varia o bem ou serviço ambiental E . O método da produtividade marginal admite que p_z é conhecido e o valor econômico de E (VE_E) é dado pela expressão:

$$VE_E = p_z \cdot \frac{\partial F(X_1, \dots, X_n, E)}{\partial E} \quad (5)$$

No caso em que o bem ou serviço ambiental é o solo, E significa a qualidade do solo que é afetada pelo nível de uso do recurso, técnica ou sistema de plantio. A variação na qualidade do solo, provocada pelo uso do sistema plantio direto é observada pelos elementos químicos e propriedades físicas do solo, fazendo-se refletir na produção agrícola. Na verdade, precisa-se de uma função dose-resposta que determine a variação na qualidade do solo (E) dada uma mudança no sistema de plantio, para depois calcular-se a variação no rendimento ou produção de Z .

Geralmente, estimar funções de produção não é uma tarefa fácil, em especial funções de produção agrícolas, uma vez que é necessária uma série temporal longa de dados para que se estime com alguma segurança a forma funcional adequada para a função de produção desejada. Da mesma forma, estimar funções dose-resposta não é tarefa trivial (Seroa da Motta, 1998).

²Utilizou-se a nomenclatura apresentada em Seroa da Motta (1998).

O Experimento na Embrapa Trigo

A Embrapa Trigo desenvolve em Passo Fundo, RS desde 1986 um experimento de avaliação de sistemas agrícolas em culturas de trigo, soja, milho, sorgo e aveia. Este experimento é desenvolvido em uma área (principal) de 360m² (4m x 90m), com três repetições ou subparcelas de 40m² (4m x 10m) cada. Tem-se um conjunto de parcela e subparcelas para cada sistema de plantio ou preparo do solo: Plantio direto, Preparo Convencional com arado de Aivecas, Preparo Convencional com arado de Disco e Preparo Mínimo (Tabela 7). Estas parcelas e subparcelas são adjacentes e, portanto, conservam as mesmas características: solo (latosolo vermelho escuro -LE), declividade (terreno plano) e condições climáticas.

São obtidos dados de custos de produção e quantidade produzida para cada parcela e subparcela, sob os quatro tipos de manejo de solo testados, PD, PCA, PCD e PM. Além disto, todo o experimento é reproduzido para três sistemas de rotação de culturas diferentes, também descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Tipos de manejo de solo e de sistemas de rotação de culturas para trigo - Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Parcela principal				Subparcela									
					1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Sistema I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S
Sistema III	PD	PCD	PCA	PM	T/S	Ap/S	E/M	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	Ap/S	E/M	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S

PD: Plantio Direto.

PCD: Preparo convencional de solo com arado de discos.

PCA: Preparo convencional de solo com arado de aivecas

PM: Preparo de solo com cultivo mínimo JAN.

Ab: aveia branca; AP: aveia preta; E: Ervilhaca; M: Milho; S: Soja; So: Sorgo e T: Trigo.

Fonte: Adaptado de Santos, 1999.

Para extrapolação dos dados, foram utilizadas as áreas sob a mesma classe de solo do experimento na Embrapa Trigo, em 25 municípios da região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul, perfazendo-se cerca de 684.541,87 ha, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Área dos municípios da região de Passo Fundo-RS.

Município	Área(ha)	Município	Área(ha)
Carazinho	48.181,59	Panambi	4.426,28
Chapada	26.488,23	Passo Fundo	47.427,52
Ciriaco	871,43	Pejuara	14.198,61
Colorado	7.094,25	Ronda Alta	778,78
Condor	8.205,21	Rondinha	8,47
Cruz Alta	162.492,91	Salto do Jacui	21.986,37
Espumoso	15.234,53	Santa Bárbara do Sul	80.857,57
Fortaleza dos Valos	33.070,56	Sarandi	4.632,76
Júlio de Castilhos	41.827,32	Sertão	760,21
Marau	2.100,38	Soledade	7.769,27
Não-me-Toque	18.123,23	Tupancireta	122.572,76
Nova Palma	697,97	Victor Graeff	5.175,22
Palmeira das Missões	9.560,44	TOTAL	684.541,87

Fonte: IBGE, 1996.

Resultados e Discussão

Custos *in-situ*

Calculou-se o valor de uso direto da técnica agrícola plantio direto através de uma aproximação do método da Produtividade Marginal (equação 5). Nesse método, o valor do recurso ambiental (E) é dado pelo valor de mercado da quantidade adicional produzida (Z) em função de uma variação na qualidade do recurso ambiental, sendo esse recurso um insumo na produção de Z . No presente caso, o recurso ambiental (E) é a qualidade do solo, que é afetada pelo nível de uso do recurso, técnica ou sistema de plantio, e (Z) é o produto (soja, trigo, milho, aveia e sorgo). A simplificação feita no método é que tratou-se todo o sistema plantio direto como o recurso (E) que se queria avaliar, não isolando a componente ambiental do sistema de manejo de solo. Ou seja, não se estimou o valor da produção resultante da melhoria na qualidade do solo (conseqüência da mudança no sistema de preparo), mas o valor da produção resultante da mudança no sistema de preparo em si, que por fim, é o objetivo inicial.

A hipótese básica que permitiu a aproximação do método da Produtividade Marginal descrita acima é que, como o experimento foi feito em áreas pequenas e adjacentes (intervalos de 1 metro), todos os fatores externos que afetaram a produção em uma área plantada sob o sistema plantio direto, certamente também afetaram as produções nas áreas laterais, onde foram utilizados os sistemas convencionais. Tais fatores são: quantidade de chuva ou irrigação e eventuais danos por doenças e/ou insetos. Isto permite acreditar que toda diferença encontrada nas produções sob os diferentes sistemas de preparo é devida exclusivamente ao uso da técnica ou sistema de manejo. Dessa forma, as diferenças entre as receitas líquidas médias obtidas sob cada sistema de preparo representam o valor do produto marginal obtido com a mudança da técnica.

O valor de uso direto do sistema agropecuário plantio direto na região do Planalto Médio, RS foi calculado a partir da diferença entre as receitas líquidas médias (das subparcelas) obtidas no sistema plantio direto e os demais sistemas de preparo de solo, para cada sistema de rotação de cultura (Tabela 9). As receitas líquidas foram calculadas para áreas homogêneas de um hectare com base em valores de 05/07/1999. A partir daí, calculou-se uma média aritmética simples entre as receitas líquidas obtidas em cada repetição ou subparcela, transformada para a unidade de área de um hectare, por sistema de rotação e ano. Nos sistemas de rotação II e III, que envolvem rotação de mais de duas culturas, houve a necessidade de calcular a média das receitas líquidas entre os tratamentos, que são as repetições do sistema de rotação em ordem diferente de culturas (Tabela 7).

Tabela 9 - Comparação de receitas líquidas médias entre os sistemas agropecuários (US\$/ha).

Ano	Sistema Rotação	Receitas Líquidas Médias						
		PD	PCD	PCA	PM	PD-PCD	PD-PCA	PD-PM
86	1	326,67	281,00	265,33	292,67	45,67	61,33	34,00
87	1	197,00	162,33	177,00	152,33	34,67	20,00	44,67
88	1	360,00	309,00	278,33	396,33	51,00	81,67	-36,33
89	1	342,33	466,00	408,33	284,33	-123,67	-66,00	58,00
90	1	109,67	-61,67	38,67	91,00	171,33	71,00	18,67
91	1	296,00	551,67	455,00	417,67	-255,67	-159,00	-121,67
92	1	594,33	418,67	421,00	494,67	175,67	173,33	99,67
93	1	332,67	284,67	127,00	359,00	48,00	205,67	-26,33
94	1	694,00	540,00	597,67	662,00	154,00	96,33	32,00
95	1	515,67	436,67	372,67	461,67	79,00	143,00	54,00
96	1	348,67	267,33	259,33	320,33	81,33	89,33	28,33
97	1	225,33	218,67	202,33	208,00	6,67	23,00	17,33
TOTAIS						468,00	739,67	202,33
86	2	170,67	116,83	161,00	145,00	53,83	9,67	25,67
87	2	334,33	169,00	232,83	252,17	165,33	101,50	82,17
88	2	547,33	469,67	323,50	517,00	77,67	223,83	30,33
89	2	539,50	531,33	518,00	490,83	8,17	21,50	48,67
90	2	-82,17	-162,17	-119,00	-95,00	80,00	36,83	12,83
91	2	412,00	396,67	376,17	416,00	15,33	35,83	-4,00
92	2	263,67	280,50	233,83	222,50	-16,83	29,83	41,17
93	2	144,83	76,83	40,67	147,00	68,00	104,17	-2,17
94	2	607,50	616,33	575,00	664,00	-8,83	32,50	-56,50
95	2	356,50	269,33	254,50	325,83	87,17	102,00	30,67
96	2	457,33	398,83	379,50	368,00	58,50	77,83	89,33
97	2	441,83	351,33	316,17	400,17	90,50	125,67	41,67
TOTAIS						678,83	901,17	339,83
86	3	148,89	104,11	89,78	131,44	44,78	59,11	17,44
87	3	155,22	65,44	68,89	151,00	89,78	86,33	4,22
88	3	463,22	388,33	395,67	466,22	74,89	67,56	-3,00
89	3	458,89	440,56	413,33	418,44	18,33	45,56	40,44
90	3	24,56	-13,78	2,56	17,56	38,33	22,00	7,00
91	3	447,56	491,78	422,89	423,33	-44,22	24,67	24,22
92	3	355,44	363,11	301,67	383,22	-7,67	53,78	-27,78
93	3	277,00	202,44	163,11	293,89	74,56	113,89	-16,89
94	3	631,11	591,22	547,33	640,67	39,89	83,78	-9,56
95	3	422,00	327,11	300,22	426,78	94,89	121,78	-4,78
96	3	519,78	367,56	358,33	382,56	152,22	161,44	137,22
97	3	442,00	349,33	368,33	412,67	92,67	73,67	22,33
TOTAIS						668,44	913,56	197,89

Nota: valores em US\$ atualizados para 05/07/1999.

Os dados de produção de milho coletados na Embrapa Trigo (Santos *et alii*, 1999) foram prejudicados nos anos de 1990, ano de seca e o período de 1992/1993, quando invasores coletaram o milho produzido no experimento. Este último fato compromete a análise dos resultados obtidos para os sistemas de rotação 2 e 3, não interferindo nos resultados do sistema de rotação 1. Ainda assim, observou-se que o sistema plantio direto apresentou receita líquida maior que os outros sistemas de manejo ao longo dos doze anos de experimento, mesmo que em alguns anos este tenha apresentado rendimento menor. Percebe-se (Tabela 9) que as diferenças entre as receitas líquidas foram maiores quando se comparou a técnica de plantio direto com o plantio convencional com arado de aivecas, nos três sistemas de rotação analisados. Estes resultados confirmam uma das conclusões encontradas por Brandão (1981) de que o plantio direto possui vantagens agronômicas que se refletem na rentabilidade das culturas.

Os resultados deste exercício (Tabela 10) mostram que os ganhos obtidos com a introdução do sistema plantio direto na região foram significativos, quando medidos através da produção agrícola. Nota-se que o ganho é menor quando compara-se o plantio direto com o plantio mínimo, visto que estas técnicas são bastante semelhantes. Uma vez comparadas as técnicas convencionais com o plantio direto, observa-se ganhos que variaram entre US\$ 118 e US\$ 214 milhões.

Tabela 10 - Benefícios projetados para as áreas de Latossolo Vermelho Escuro (LE) nos municípios da região de Passo Fundo, RS.

Ano	% de uso do PD	área de LE (ha)	Sistema Rotação	PD-PCD	PD-PCA	PD-PM
1986	1,8859	12.909,55	1	589,54	791,79	438,92
1987	2,6515	18.150,73	1	629,23	363,01	810,73
1988	4,5171	30.921,73	1	1.577,01	2.525,27	-1.123,49
1989	6,1524	42.115,62	1	-5.208,30	-2.779,63	2.442,71
1990	6,6381	45.440,54	1	7.785,48	3.226,28	848,22
1991	7,7714	53.198,68	1	-13.601,13	-8.458,59	-6.472,51
1992	10,3619	70.931,58	1	12.460,31	12.294,81	7.069,51
1993	19,4286	132.996,71	1	6.383,84	27.352,99	-3.502,25
1994	33,0286	226.094,40	1	34.818,54	21.780,43	7.235,02
1995	55,0670	376.957,00	1	29.779,60	53.904,85	20.355,68
1996	71,2381	487.654,59	1	39.662,57	43.563,81	13.816,88
1997	85,0000	581.860,59	1	3.879,07	13.382,79	10.085,58
TOTAIS				118.755,76	167.947,81	52.005,02
1986	1,8859	12.909,55	2	694,96	124,79	331,35
1987	2,6515	18.150,73	2	3.000,92	1.842,30	1.491,38
1988	4,5171	30.921,73	2	2.401,59	6.921,31	937,96
1989	6,1524	42.115,62	2	343,94	905,49	2.049,63
1990	6,6381	45.440,54	2	3.635,24	1.673,73	583,15
1991	7,7714	53.198,68	2	815,71	1.906,29	-212,79
1992	10,3619	70.931,58	2	-1.194,01	2.116,13	2.920,02
1993	19,4286	132.996,71	2	9.043,78	13.853,82	-288,16
1994	33,0286	226.094,40	2	-1.997,17	7.348,07	-12.774,33
1995	55,0670	376.957,00	2	32.858,08	38.449,61	11.560,01
1996	71,2381	487.654,59	2	28.527,79	37.955,78	43.563,81
1997	85,0000	581.860,59	2	52.658,38	73.120,48	24.244,19
TOTAIS				130.789,23	186.217,80	74.406,21
1986	1,8859	12.909,55	3	578,06	763,10	225,20
1987	2,6515	18.150,73	3	1.629,53	1.567,01	76,64
1988	4,5171	30.921,73	3	2.315,69	2.088,93	-92,77
1989	6,1524	42.115,62	3	772,12	1.918,60	1.703,34
1990	6,6381	45.440,54	3	1.741,89	999,69	318,08
1991	7,7714	53.198,68	3	-2.352,56	1.312,23	1.288,59
1992	10,3619	70.931,58	3	-543,81	3.814,54	-1.970,32
1993	19,4286	132.996,71	3	9.915,64	15.146,85	-2.246,17
1994	33,0286	226.094,40	3	9.018,65	18.941,69	-2.160,46
1995	55,0670	376.957,00	3	35.769,03	45.904,99	-1.801,02
1996	71,2381	487.654,59	3	74.231,87	78.729,12	66.917,05
1997	85,0000	581.860,59	3	53.919,08	42.863,73	17.067,91
TOTAIS				186.995,20	214.050,49	79.326,08

Nota: 1) Valores em US\$ 1.000 atualizados para 05/07/1999.

2) Área total de LE nos municípios da região: 684.541,87 hectares.

3) Evolução do uso de plantio direto na região obtida a partir da Tabela 1.

4) Percentual da área plantada sob plantio direto no estado = 85% - (Emater - RS).

Custos ex-situ

Alguns benefícios provenientes do uso do sistema plantio direto na região do Planalto Médio foram observados pelos técnicos e agricultores envolvidos no uso do sistema, e alguns destes benefícios serão analisados. Cabe ressaltar que não se tem o objetivo de estimar os valores destes benefícios, uma vez que este procedimento demandaria a obtenção de dados não disponíveis neste momento, bem como funções dose-resposta que permitissem separar os efeitos da utilização do sistema plantio direto. Utilizou-se, então, alguns parâmetros locais para comparação com estudos semelhantes desenvolvidos para outras regiões.

Redução dos Gastos Públicos

O processo erosivo, além de causar o empobrecimento do solo, contribui para a poluição dos corpos d'água e rios, gerando gastos públicos para tratamento da água fornecida à população urbana. O sistema plantio direto, ao contribuir para o aumento da cobertura do solo, leva à maior infiltração da água no solo e à redução da perda de solo por escoamento superficial, influenciando diretamente na redução dos custos de tratamento (adução) da água. Para se ter uma idéia da magnitude desta redução nos custos de tratamento da água, considerou-se os resultados obtidos por Bragagnolo *et alli* (1997) em estudo de avaliação do Projeto Paraná Rural. Este projeto, conduzido pelo Governo do Estado do Paraná com recursos do Banco Mundial, teve como objetivo controlar a erosão hídrica e reverter o processo de degradação dos recursos naturais do estado, com base em alternativas tecnológicas que aumentassem a cobertura vegetal, a produtividade agrícola e a renda do produtor rural. Entre essas alternativas tecnológicas encontra-se o sistema plantio direto.

Conforme pode ser observado na Tabela 11, os custos de tratamento da água em microbacias onde a fase de execução do projeto foi concluída são pelo menos 72% menores que os custos de tratamento em microbacias onde o projeto não foi implantado. Mesmo onde o projeto só foi parcialmente implantado, a redução nos custos é significativa: 55%. Essas reduções nos custos são dadas pelas reduções no índice de turbidez da água, conseqüência da implantação do Programa Paraná Rural. Bragagnolo *et alli* (1997) projetaram os resultados da Tabela 11 para as duas últimas microbacias, considerando o volume médio de água aduzido mensalmente, e estimaram em US\$ 43.600,50/ano a redução de custos de tratamento da água nestas microbacias.

Tabela 11 - Comparação dos índices de turbidez, custo de tratamento de água e volume de água aduzido, segundo microbacias. Pesquisa jan/89 a dez/89.

Município	Nome da Microbacia	Ano de Início	Fase de Execução	Área (ha)	Índice de	Custo US\$	%	Volume de
					Turbidez	10.000 m ³		água aduzido
					Média dia	água tratada		média m ³ /mês
Paraíso do Norte	Palmital	1986	total	1.683	29,8	51,88	17	33.061
Campo Mourão	Rio do Campo	1990	total	7.706	35,4	92,05	28	339.727
Umuarama	Córrego Piava	1989	parcial	3.721	74,3	143,93	45	327.358
Alto Piquiri	Ribeirão Barbosa	1988	não trabalhada	1.734	93,9	313,38	100	38.498

Fonte: Bragagnolo *et alli* (1997).

Desenvolvimento de outras atividades econômicas - gado de leite

O sistema plantio direto, como já observado por Brandão (1981), não é um sistema intensivo no fator mão de obra. A simples mudança do sistema convencional para o sistema plantio direto ocasionou liberação de mão de obra contratada e também do próprio agricultor, que passou a dispor de tempo para desenvolver outras atividades agropecuárias paralelas. Segundo depoimentos de técnicos da Embrapa Trigo e EMATER/RS, as principais atividades econômicas desenvolvidas a partir do uso do sistema plantio direto na região do Planalto Médio foram o gado de leite, apicultura, avicultura e suinocultura (Embrapa Trigo, 1998).

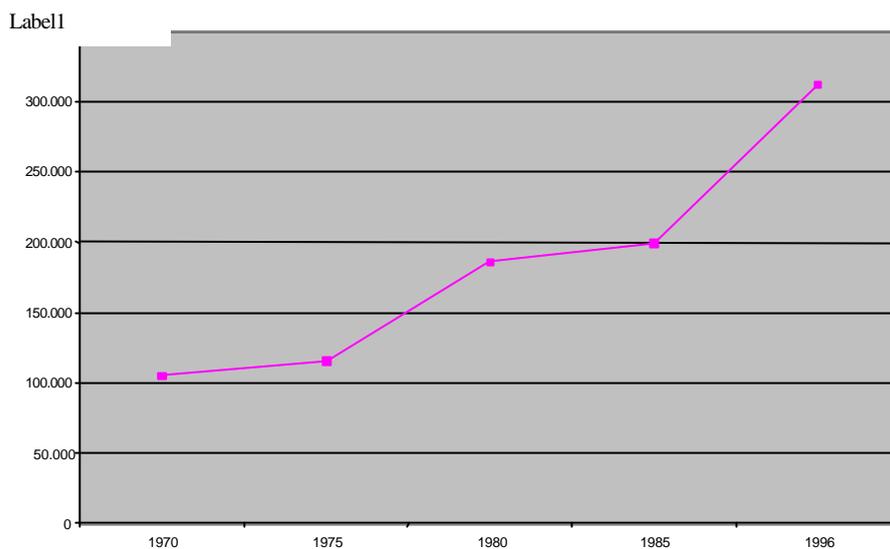
No caso do gado de leite, o desenvolvimento desta atividade se deveu, em parte, à inclusão da aveia preta no sistema de rotação de culturas de inverno. Concluiu-se que este tipo de rotação trazia benefícios agrônômicos ao sistema como um todo e a aveia preta passou a alimentar o gado leiteiro sob a forma de pastejo. Os números da Tabela 12 e Figura 2 confirmam o desenvolvimento dessa atividade nos municípios da região de Passo Fundo.

Tabela 12 - Quantidade de leite produzida nos municípios da região de Passo Fundo-RS (valores em 1.000 litros).

Município	1970	1975	1980	1985	1996
Ajuricaba	2.642	3.150	6.693	6.566	15.252
Arroio do Tigre	2.821	2.500	3.619	4.213	7.489
Arvorezinha	2.771	4.102	4.973	5.261	3.064
Barão de Cotegipe	1.920	3.280	4.213	4.876	6.535
Barros Cassal	1.580	1.409	2.188	2.317	2.543
Campinas do Sul	1.723	2.012	2.695	3.571	8.069
Carazinho	3.876	3.702	4.539	5.439	6.056
Chapada	2.581	2.150	2.635	3.708	11.780
Ciríaco	1.285	1.755	2.090	2.379	1.688
Colorado	1.300	1.509	1.646	2.357	7.135
Condor	1.268	1.828	3.723	4.743	9.326
Constantina	3.316	3.930	4.772	5.087	7.984
Cruz Alta	2.479	3.669	8.510	6.654	15.969
David Canabarro	1.057	1.323	2.325	2.779	3.105
Erechim	6.080	7.036	9.078	9.221	11.021
Espumoso	3.375	2.478	4.701	4.658	10.738
Fontoura Xavier	2.282	1.965	2.550	2.228	2.560
Fortaleza dos Valos	-	-	-	985	5.528
Gaurama	3.221	4.155	5.568	5.487	4.471
Getúlio Vargas	3.729	4.594	7.116	7.271	7.049
Jacutinga	1.560	1.575	2.617	2.900	3.594
Júlio de Castilhos	2.724	2.786	6.772	6.523	8.438
Machadinho	916	1.323	1.234	1.378	2.668
Marau	4.181	5.348	8.935	11.262	15.237
Maximiliano de Almeida	1.225	1.057	1.710	1.941	2.855
Não-Me-Toque	1.992	1.879	2.386	3.922	8.172
Nova Palma	1.250	1.269	3.165	3.139	4.360
Paim Filho	1.653	2.064	3.764	3.879	4.183
Palmeira das Missões	5.806	6.125	8.221	9.806	6.494
Panambi	3.519	3.231	7.192	7.817	14.910
Passo Fundo	6.969	5.865	10.389	7.906	7.629
Pejuçara	543	466	1.570	1.515	3.569
Rondinha	2.296	2.596	3.898	3.927	8.528
Salto do Jacuí	-	-	-	1.016	2.854
Santa Bárbara do Sul	1.190	1.782	3.767	3.426	5.589
Sarandí	3.525	4.346	6.480	7.322	6.520
Selbach	1.067	1.108	2.099	2.804	10.517
Sertão	1.323	1.364	1.959	2.562	6.617
Soledade	4.022	4.080	6.016	6.164	4.550
Tapejara	3.885	3.883	6.083	7.449	13.229
Tapera	1.542	1.389	1.974	2.805	7.186
Tupanciretã	2.230	2.437	6.505	3.633	5.887
Viadutos	1.799	2.449	4.168	4.687	3.916
Victor Graeff	1.104	1.019	1.331	1.750	7.969
TOTAIS	105.628	115.990	185.870	199.334	312.833

Fonte: IBGE (1975, 1979, 1980, 1985, 1991, 1996).

Figura 2 - Produção de leite nos municípios da região de Passo Fundo-RS (valores em 1.000 litros).



Fonte: IBGE, 1975, 1979, 1984, 1987, 1997.

Redução do êxodo rural

O aumento da rentabilidade na produção agrícola é um fator importante de fixação do agricultor à terra. Observa-se (Tabelas 9 e 10) que o uso do sistema de plantio direto na região de Passo Fundo gerou receitas líquidas maiores que as outras formas de manejo analisadas e, portanto, deve ter contribuído para a redução do êxodo rural na região. Esta redução ocasiona economia de recursos públicos a partir dos gastos evitados em infra-estrutura urbana, como saneamento, saúde e educação.

Analisando os dados da Figura 3 e da Tabela 13, pode-se observar que a mudança no sistema de preparo do solo não contribuiu para que a população rural da região crescesse. Talvez, pelo fato do sistema plantio direto não ser intensivo em mão de obra o seu uso ter liberado recursos humanos que não foram totalmente absorvidos pelas outras atividades econômicas que desenvolveram-se na região. Os dados disponíveis não permitiram uma conclusão segura envolvendo essa questão.

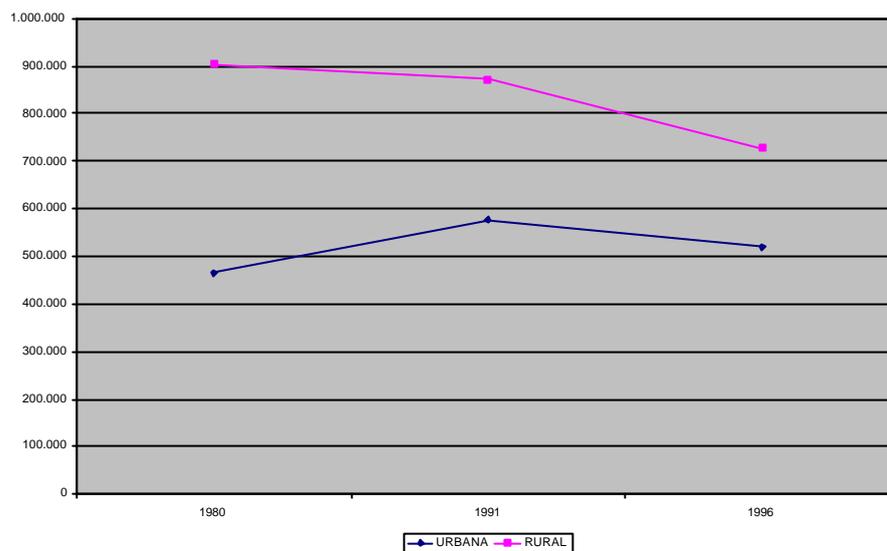


Fig. 3 - Total de moradores permanentes nos municípios da região de Passo Fundo, RS.
 Fonte: IBGE (1980, 1991, 1996).

Tabela 13 - Moradores em domicílios permanentes particulares. Municípios da região de Passo Fundo-RS.

MUNICÍPIO	1980		1991		1996 ^a	
	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL
Ajuricaba	2.891	8.835	3.432	7.582	3.151	6.439
Arroio do Tigre	2.471	13.710	3.865	11.691	4.600	9.780
Arvorezinha	3.288	11.596	4.413	8.186	4.132	5.078
Barão de Cotegipe	1.756	5.752	2.266	5.077	2.647	3.737
Barros Cassal	1.842	12.223	2.396	10.802	2.170	8.287
Campinas do Sul	2.560	6.121	3.435	5.094	3.452	4.335
Carazinho	43.120	10.576	50.292	7.973	43.924	3.512
Chapada	2.644	7.570	4.157	6.306	4.063	4.754
Ciriaco	1.275	6.521	2.030	5.101	1.833	3.067
Colorado	1.088	3.396	1.297	3.080	1.217	2.582
Condor	1.742	4.661	2.700	3.716	2.666	3.059
Constantina	3.634	13.404	4.958	10.054	4.561	6.331
Cruz Alta	54.932	11.239	61.969	6.255	50.901	5.816
David Canabarro	483	4.814	1.012	4.044	1.158	3.157
Erechim	48.224	12.890	61.940	9.906	59.682	10.264
Espumoso	14.277	17.726	9.022	7.817	8.040	6.191
Fontoura Xavier	1.488	12.550	1.926	10.087	2.150	8.658
Fortaleza dos Valos	-	-	2.003	2.603	2.183	2.173
Gaurama	2.801	11.433	2.654	3.822	2.384	3.370
Getúlio Vargas	12.140	15.978	12.954	6.853	11.578	5.252
Jacutinga	1.120	5.415	1.816	4.481	1.831	2.174
Júlio de Castilhos	14.010	11.602	16.725	8.259	13.054	3.531
Machadinho	2.003	6.096	2.619	4.682	2.180	3.472
Marau	9.726	17.275	15.699	9.292	16.763	5.736
Maximiliano de Almeida	2.080	4.872	2.480	4.132	2.235	3.388
Não-Me-Toque	8.197	4.577	10.142	3.814	9.525	2.660
Nova Palma	1.465	6.565	2.072	5.559	2.110	3.545
Paim Filho	2.206	8.436	1.992	3.360	1.693	2.834
Palmeira das Missões	27.408	38.590	29.989	22.646	24.859	8.231
Panambi	17.972	5.899	23.958	5.265	22.922	4.914
Passo Fundo	105.468	15.688	135.863	10.009	121.308	5.604
Pejuçara	1.552	2.025	2.193	1.822	2.325	1.549
Ronda Alta	3.367	13.290	3.986	7.615	3.456	5.612
Rondinha	1.632	6.866	1.929	5.182	1.797	4.425
Salto do Jacuí	-	-	7.450	3.310	7.590	3.142
Santa Bárbara do Sul	6.329	6.042	6.075	3.736	5.660	3.193
Sarandí	10.150	10.399	11.572	9.135	11.219	4.269
Selbach	847	3.625	2.046	2.523	2.055	2.054
Sertão	2.228	6.811	3.153	5.695	2.703	4.199
Soledade	17.137	30.432	20.807	9.569	17.395	5.924
Tapejara	6.597	14.543	8.868	9.903	8.384	5.914
Tapera	5.884	4.481	7.634	3.275	7.380	1.885
Tupanciretã	14.000	12.650	15.752	7.438	13.027	6.122
Viadutos	1.686	7.075	2.311	6.546	1.930	4.001
Victor Graeff	666	3.456	972	2.881	1.022	2.499
TOTAIS	466.386	437.705	576.824	296.178	520.915	206.719

a: IBGE - Contagem Populacional.

Fonte: IBGE (1980, 1991, 1996).

Assoreamento de rios

Como já observado no item Redução dos Gastos Públicos, o processo de erosão do solo contribui para a poluição dos corpos d'água e rios. As partículas de solo carregado para rios e lagos provocam, entre outras coisas, perda de produção de energia por usinas hidrelétricas e também o aumento de custos de manutenção destas. Na região de Passo Fundo, RS existem três usinas em atividade que certamente sofreram algum tipo de impacto devido à redução do processo erosivo ao longo desses doze anos analisados neste estudo. O cálculo do benefício provocado pela redução no processo erosivo requer dados não disponíveis no momento, mas para ilustração da magnitude dos valores envolvidos, cita-se estudo realizado para a região da bacia hidrográfica do rio Sapucaí, SP.

Marques (1998) calculou o valor dos efeitos ambientais externos (*off site*) causados pela erosão, que tiveram como base de avaliação os sistemas de geração de energia elétrica, pelo método da produção sacrificada. Os custos externos foram obtidos pela diferença existente entre os custos de geração de energia elétrica com e sem os efeitos do assoreamento do rio Sapucaí.

Nessa pesquisa, o valor do dano ambiental externo foi expressivo à taxa de desconto de 3% aa., correspondendo ao custo anual de US\$ 9.845.490,00. (Tabela 14). O autor considerou um período de 50 anos de vida útil das (duas) usinas em operação na região e projetou para oito usinas projetadas para funcionar na mesma região.

Tabela 14 - Custo Anual Externo Equivalente em US\$1.000,00¹.

Taxa de desc. (%)	Graus de Assoreamento		
	Brando (US\$)	Médio (US\$)	Severo (US\$)
3	2.653,33	5.251,11	9.854,49
6	2.132,71	4.224,40	8.253,34
9	1.820,26	3.611,52	7.287,79

¹ - Reportados apenas os valores máximos obtidos em cada hipótese de assoreamento.

Fonte: Marques, 1998.

Sem dúvida, os valores estimados são dependentes da capacidade de produção e tamanho das usinas analisadas, sendo necessária uma comparação entre as usinas da região de Sapucaí, SP e as da região de Passo Fundo, RS para que os resultados de uma região sejam representativos para esta última região. De qualquer forma, esses números apresentados por Marques (1998) sugerem que a redução no processo erosivo devida à mudança no sistema de plantio na região de Passo Fundo certamente gerou um benefício significativo para a região em termos de geração de energia elétrica.

Consumo de Diesel e Derivados

Brandão (1981) e Tomasini *et alli* (1981) indicaram que o plantio direto é um sistema de manejo do solo que reduz o consumo de combustíveis na lavoura. Tomasini *et alli* (1981), analisaram para o ano de 1980 o efeito dos métodos conservacionistas de manejo do solo sobre o consumo de energia e as possibilidades de aumento de oferta de energia pela racionalização do seu uso. A economia de energia pode ser consequência da economia de derivados de petróleo ou da economia de fertilizantes. No caso dos derivados do petróleo, a economia ocorre em função do plantio direto dispensar operações de lavra e gradagem.

A diferença de consumo de combustíveis entre os sistemas de plantio já é considerada nos custos da produção agrícola, calculados na seção custos *in-situ*. Porém, outros benefícios são decorrentes desta economia de combustíveis. Pode-se citar a redução na emissão de carbono (e os consequentes custos de seqüestro de carbono) e os custos evitados para dispensa do lubrificante utilizado.

Incremento da Fauna e Flora

A prática do plantio direto permite o desenvolvimento de uma maior diversidade de espécies animais silvestres (tatus, emas e outros tipos de aves) e também uma grande variedade de pequenos insetos, sobre ou sob a palhada, no solo ou em seu interior (meso e macrofauna do solo, em geral escavadores do solo). A diminuição do uso de herbicidas no plantio direto - que resulta na menor aplicação de produtos no ambiente -, assim como o desenvolvimento de um microclima úmido, com menor variação de temperatura abaixo da camada protetora da palha, parecem ser importantes fatores para tornar o ambiente mais propício ao aumento da diversidade de espécies animais.

Muitos desses animais são inimigos naturais das pragas predominantes nas lavouras sob preparo convencional de solo (pulgões, percevejos, lagarta-da-soja, lagarta-do-trigo etc), e em geral têm ciclo biológico longo e desenvolvem populações residentes. O ambiente se torna mais propício também para o desenvolvimento de microrganismos (entomofauna e pedofauna), resultando em maior atividade biológica e favorecendo o desenvolvimento de fungos, bactérias, insetos predadores e parasitóides de pragas. Dessa forma, o controle natural de pragas assume maior importância no sistema de plantio direto. Dado que o controle natural não elimina totalmente as pragas, parece evidente que nas lavouras sob plantio direto e abundância de palha na superfície do solo, há maior diversidade de espécies animais com tendência de equilíbrio entre as populações.

Conclusões

Os benefícios medidos neste estudo, em termos de ganhos de produtividade, derivados da introdução do sistema plantio direto na região de Passo Fundo, RS, representaram um valor acumulado no período 1986-97 que varia entre US\$ 118 e US\$ 214 milhões, dependendo do sistema de rotação analisado.

Não obstante as aproximações metodológicas utilizadas nesse estudo, pode-se afirmar que os valores totais dos benefícios do plantio direto são ainda maiores que os aqui apresentados. Isto porque, devido a não disponibilidade de dados, não foi possível estimar custos externos *ex-situ*. Além dos custos externos mencionados neste estudo, pode-se citar outros, como p.ex., os custos evitados de seqüestro de carbono provocado pela redução no consumo de combustíveis e lubrificantes, o aumento do turismo ecológico na região, a redução dos gastos com saúde consequência da redução da poluição por agroquímicos e a valorização das propriedades produtivas da região.

Referências Bibliográficas

BRANDÃO, A. S. P. **Uma avaliação econômica do plantio direto**. Rio de Janeiro: [s.l.], 1981. 91p.

BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; THOMAS, J. C. (Ed.) **Solo: uma experiência em manejo e conservação**. Curitiba, 1997. 120 p.

DENARDIN, J. E. **Projeto metas - uma parceria em pesquisa e desenvolvimento aplicada ao sistema plantio direto no sul do Brasil**. *Documento Interno Embrapa Trigo*. 1997.

EMBRAPA TRIGO. **Integração lavoura pecuária em sistema plantio direto**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA TRIGO, Boletim Técnico 3, 1998 (EMBRAPA TRIGO, Boletim Técnico 3).

IBGE. **Censo Agropecuário - 1970**. Rio de Janeiro, 1975. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1975**. Rio de Janeiro, 1979. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1975**. Rio de Janeiro, 1980. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1980**. Rio de Janeiro, 1984. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1980**. Rio de Janeiro, 1985. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1985**. Rio de Janeiro, 1987. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1985**. Rio de Janeiro, 1996. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1991**. Rio de Janeiro, 1996. 1 v.

IBGE. **Censo Agropecuário - 1996**. Rio de Janeiro, 1997. 1 v.

MARQUES, J. F. Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Viçosa, MG, v.36 n.1, p. 61-79, jul.1998.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; AMBROSI, I. **Efeito do manejo do solo em diferentes culturas de inverno sobre rendimento de grãos de soja.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 1 v. Documento Interno.

SERÔA DA MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 218 p.

TOMASINI, R. G. A.; PERETTI, M. A. **Aspectos econômicos da semeadura direta na cultura da soja.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, [s.d.]. 1 v. Documento Interno.

TOMASINI, R. G. A.; WUNSCHÉ, W. A.; PORTELLA, J. A. Uso de energia e manejo racional do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 2., Porto Alegre. [Anais...]. Porto Alegre: [s.l.], 1981. p.551-560.