

AGRICULTURA EM SÃO PAULO Revista Científica do  
Instituto de Economia Agrícola

---

Ano 38

Tomo 3

1991

---

ANALISE ECONÔMICA DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO NA REGIÃO DE ASSIS,  
ESTADO DE SÃO PAULO(1)

Francisco Antonio Assef Sallit(2)  
Maria Célia Martins de Souza(3)  
Zuleima Alleoni Pires de Souza Santos(3)

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram os de caracterizar os diferentes sistemas de preparo do solo (convencional, reduzido e plantio direto) efetuados pelos produtores de trigo e soja da região de Assis, bem como proceder à análise econômica dos investimentos necessários à adoção de sistemas conservacionistas de preparo de solo (preparo reduzido e/ou plantio direto) a partir do preparo de solo convencional. Utilizou-se a taxa interna de retorno incremental e análise de sensibilidade como instrumentos de análise. Os resultados demonstram que o aumento da produtividade é essencial para garantir a viabilidade de adoção dos sistemas conservacionistas.

Palavras-chave: práticas de mecanização, adoção, cultivo mínimo, plantio direto.

ECONOMICAL ANALYSIS OF DIFFERENT CROPPING SYSTEMS CONCERNING MECHANIZATION  
PRACTICES IN THE REGION OF ASSIS, STATE OF SÃO PAULO

SUMMARY

The purpose of this paper was to characterize the different mechanization practices in cropping systems currently in use by wheat and soybean producers in the Region of Assis, such as: intensive mechanization, minimum cultivation and direct seeding. The authors also carried out an economical analysis of the required investment for the adoption of cropping systems based on limited mechanization practices. The incremental internal rate of return was used as a tool for the analysis, as well as the sensitivity analysis. Results reveal that the yielding raise was of utmost importance to make the adoption of minimum cultivation and direct seeding feasible.

Key-words: mechanization practices, adoption, minimum cultivation, direct seeding.

- 
- (1) Trabalho referente ao projeto SPTC - 16-001/89. Projeto financiado pela Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa Agropecuária (FUNDEPAG). Os autores agradecem a colaboração de Hugo de Souza Dias e Valmir Franciscatto, do Sindicato Rural de Assis e de Alceu de A. Veiga Filho e Nelson B. Martin do Instituto de Economia Agrícola (IEA). Recebido em 29/10/91. Liberado para publicação em 06/01/92.
  - (2) Engenheiro Agrônomo do Instituto de Economia Agrícola (IEA).
  - (3) Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

## 1 - INTRODUÇÃO

O uso intensivo de máquinas agrícolas em operações de preparo de solo para o plantio vem provocando, ao longo dos anos, efeitos nocivos de degradação e empobrecimento das terras cultivadas, principalmente nas áreas o cupadas com culturas anuais. Além de aumentar os custos de produção, o uso excessivo de máquinas na época de preparo de solo altera sua estrutura física e química, provocando a perda de nutrientes e queda do potencial produtivo das culturas.

Na década de 70, houve expansão das áreas de plantio de trigo e soja em sucessão, em várias regiões do País. Com a existência de subsídios muito atrativos e facilidades no financiamento de máquinas e equipamentos de maior porte, tornou-se mais acessível a tarefa de plantar grandes áreas com duas culturas anuais. Segundo DIJKSTRA (1), em alguns locais após dois anos e em outros após sete anos, já era possível constatar os danos provocados anualmente pela erosão, de proporções cada vez maiores. A causa era o intenso preparo do solo, duas vezes ao ano e a queima dos restos culturais. A vida útil do solo, que normalmente atinge trinta até cem anos, ficou reduzida para três a cinco anos. As propostas alternativas de preparo do solo trouxeram diversas vantagens, entre elas a redução do uso de combustíveis, de horas de serviço de trator e de investimentos em máquinas. Proporcionaram, também, a manutenção dos níveis de umidade e de matéria orgânica no solo e, principalmente, a segurança de se trabalhar num solo sem erosão.

Nas culturas anuais, segundo MARTIN et alii (4), o preparo de solo para plantio é fase relevante em termos conservacionistas. Nesta etapa do processo produtivo o revolvimento do solo o expõe à ação erosiva das chuvas no período em que elas ocorrem com maior intensidade. A maior ou menor movimentação do solo neste período

determina o grau de desagregação de suas partículas, o que tem grande efeito sobre as perdas de solo e água.

No Estado de São Paulo, segundo estes autores, para que a degradação do solo seja reduzida a níveis toleráveis, recomenda-se a utilização de práticas conservacionistas intensivas que controlem não apenas a erosão, mas também recuperem e melhorem as características produtivas da terra. Pesquisa dos mesmos autores mostram que cerca de 80% da área cultivada sofrem processo erosivo além dos limites de tolerância, e as perdas médias anuais por erosão de terra associadas ao uso agrícola são iguais a 20t/ha/ano na cultura da soja e de 10t/ha/ano na de trigo.

KITAMURA; LANZER; ADAMS (3) analisaram a viabilidade econômica de sistemas de preparo de solo conservacionistas no binômio trigo-soja no Rio Grande do Sul, considerando as perdas de solos. Concluem que estes sistemas apresentam considerável superioridade econômica sobre os sistemas tradicionais.

Já PORTELLA (8) reconhece que, na atual conjuntura de custos operacionais e de mercado, torna-se fundamental a realização de operações agrícolas da maneira mais econômica possível. De outra forma, a conservação do solo é imperiosa e deve - ser encarada como um fator de economia para o agricultor e para o País, que dele depende como fonte produtora de alimento e de energia renovável. Alguns métodos de preparo do solo como o preparo reduzido e a semeadura direta permitem economizar combustível pelo menor uso de maquinaria agrícola, propiciam a recuperação física do solo e favorecem a sua conservação.

Por outro lado, não apenas os agricultores que já incorporaram os sistemas conservacionistas, como também os técnicos interessados no processo de adoção, carecem de informações que mostrem as vantagens econômicas dessas práticas em comparação com as do sistema convencional. Faltam também infor

mações mais detalhadas sobre os investimentos necessários para a mudança do sistema de preparo de solo convencional para o de cultivo mínimo ou o de plantio direto.

Partindo-se da viabilidade técnica dos sistemas de preparo de solo reduzido e de plantio direto, formulou-se como hipótese deste trabalho a viabilidade econômica da adoção dos referidos sistemas.

### 1.1 - Objetivo

Como objetivo geral, o presente estudo se propõe a caracterizar e analisar a rentabilidade de três sistemas de preparo do solo (convencional, preparo reduzido e plantio direto) realizados nas culturas de trigo e de soja na região de Assis.

Além disso, objetiva-se elaborar e fornecer ao setor produtivo regional, matrizes de exigência física de fatores de produção, de acordo com as operações e insumos necessários para o plantio destas culturas para os três sistemas em questão.

Como objetivo específico, procurou-se proceder à análise da viabilidade econômica da adoção do preparo de solo reduzido e do plantio direto entre os produtores que realizam o sistema convencional, com indicação dos investimentos necessários.

## 2 - MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 - A Região de Assis

No Estado de São Paulo, a região de Assis caracteriza-se por ter uma agricultura moderna, com uso intensificado de fatores de produção, alto grau de associativismo entre produtores e fácil acesso a informações técnicas. Essa região destaca-se notada-

mente pela produção de grãos, tendo sido responsável por 78% e 30%, respectivamente, da produção estadual de trigo e soja em 1988 (9). Todavia, a adoção de práticas conservacionistas não acompanhou, simultaneamente, todo o processo de modernização agrícola da região. Com o passar dos anos, o emprego excessivo de máquinas agrícolas nas atividades de campo acarretou grande movimentação dos solos.

Também o uso intensivo de implementos, com o propósito de aumentar a produtividade do trabalho no preparo do solo, assim como a prática de queimada dos restos culturais, impossibilitando sua cobertura na entressafra e a ausência de rotação de culturas, ocasionaram sérios problemas de erosão, compactação e pulverização do solo. Estas atividades provocaram a diminuição drástica de matéria orgânica e da capacidade de armazenamento de água no solo, promovendo a redução do desenvolvimento radicular das culturas e favorecendo a ação de plantas invasoras.

Esses problemas trouxeram prejuízos econômicos e sociais consideráveis. Para manter a produção e a produtividade média da região, foi necessário elevar sobremaneira os custos de produção, com o aumento da utilização de sementes e insumos, além da intensificação do uso de máquinas e de mão-de-obra.

Conscientes da gravidade dessa situação, técnicos e agricultores locais resolveram propor e testar mudanças na condução dos sistemas de cultivo do trigo e soja, buscando contornar esses entraves à produção e produtividade.

Várias propostas conservacionistas (preparo do solo reduzido, plantio direto, subsolagem, rotação de culturas, adubação verde, mata ciliar, recuperação e manutenção de estradas, etc.) começaram a ser discutidas junto às comunidades rurais, objetivando a adoção parcial e/ou integral destas técnicas, e conseqüente redução dos problemas de depauperamento dos solos.

Segundo informes verbais ob-

tidos junto às cooperativas regionais, entre as técnicas discutidas, as de plantio direto e preparo reduzido do solo tiveram adoção de cerca de 30% dos agricultores e passaram a fazer parte de seus sistemas de cultivo, basicamente para as lavouras de trigo, soja e milho. A economia de tempo, de energia e a menor movimentação dos solos foram os principais aspectos que levaram os produtores a adotar estas práticas em substituição ao preparo do solo convencional. Este exige uso excessivo de máquinas, acarretando alto consumo de combustível, lubrificantes, graxas e manutenção de peças do maquinário agrícola, além de favorecer a erosão.

Por outro lado, as instituições locais (cooperativas, sindicatos, Casas de Agricultura), por exemplo, ressentem-se da falta de informações econômicas relativas às diferenças observadas quanto aos sistemas agrícolas existentes na região, envolvendo as culturas de trigo e soja. Deste modo, a elaboração de matrizes para cada diferente sistema de preparo de solo atende a uma necessidade das instituições envolvidas com a agricultura regional.

## 2.2 - Origem dos Dados

Os dados relativos aos três diferentes sistemas de preparo de solo estudados foram obtidos por meio de questionários específicos levantados

junto a 23 produtores na safra de trigo (14 no preparo convencional, 3 no preparo reduzido e 6 no plantio direto) e 20 na de soja (9 no preparo convencional, 5 no preparo reduzido e 6 no plantio direto). Estes produtores foram indicados por técnicos das cooperativas e da extensão rural da região (4), tratando-se, portanto, de uma amostra intencional. Estes produtores foram acompanhados ao longo de duas safras de trigo e soja (1988/89 e 1989/90).

As avaliações técnicas foram intensificadas na fase de preparo do solo das culturas, quando se determinou in loco todas as operações e materiais empregados, além do consumo de combustível.

Nas fases do plantio até a colheita, as observações foram mensais e referentes aos mesmos itens. Os preços relativos às operações, insumos e produtos foram obtidos na região, coletados em maio e outubro de 1990.

## 2.3 - Método

Os dados obtidos através de questionários foram organizados separadamente em matrizes de coeficientes técnicos, a exemplo da metodologia adotada pelo Instituto de Economia Agrícola (5).

A partir destas matrizes, os coeficientes técnicos por operação foram agregados segundo os diferentes sistemas estudados e em uso pelos produtores locais. Tal procedimento viabilizou o cálculo da rentabilidade e de-

---

(4) Os produtores acompanhados situam-se nos municípios de Florínea, Tarumã, Assis, Cândido Mota e Palmital, e no distrito de Pedrinhas Paulista.

sempenho econômico de cada cultura(5).

Com base nos coeficientes acima obtidos, procedeu-se à análise de viabilidade econômica da adoção dos sistemas de preparo de solo reduzido e de plantio direto (cada qual caracterizando um projeto de investimento) através do cálculo da taxa interna de retorno (TIR), relativa ao sistema de preparo de solo convencional, denominada TIR incremental.

Segundo FARO (2), por definição, em se tratando de um projeto simples ou convencional, a taxa de retorno de um projeto é a taxa de juros  $\alpha$ , real e não negativa, para a qual se verifica a relação:

$$\sum_{j=0}^n a_j(1 + \alpha)^{-j} = 0$$

Ou seja, a taxa interna de retorno é a taxa de juros que faz com que o valor atribuído às receitas futuras iguale o custo de investimento, isto é, é a taxa que anula o valor atual do projeto.

A taxa interna de retorno do investimento incremental, segundo POMERANZ (7), é um complemento ao método da taxa interna de retorno e é utilizada quando se comparam projetos alternativos de diferentes níveis de investimentos, sendo estes mutuamente exclusivos. O método consiste em calcular a TIR de um projeto expresso pelo fluxo de caixa, que resulta da diferença entre os fluxos de caixa dos projetos alternativos que se está comparando.

Foi também efetuada a análise de sensibilidade para alguns parâme-

tros considerados relevantes. De acordo com a mesma autora, a análise de sensibilidade consiste em verificar quais as modificações que se processariam nos resultados da análise econômica, caso se alterassem alguns dos valores dos parâmetros considerados nessa análise. Consiste, pois, em verificar como variaria o resultado do projeto, caso se alterasse cada um dos parâmetros, mantidos constantes os demais.

A viabilidade econômica de um projeto depende de como sua TIR se compara ao custo de oportunidade do capital, isto é, à maior taxa de juros a que o capital poderia ser empregado. Assim, a viabilidade de um projeto ocorre quando a TIR incremental for superior à taxa mínima de atratividade do capital. O cálculo da TIR incremental, neste estudo, foi realizado através do "software" MADS III PLUS (Multipurpose Agricultural Data System) fornecido pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (6). Este "software" permite ao usuário criar um banco de dados representando um projeto de desenvolvimento agrícola para fins de análise.

Para o cálculo das taxas internas de retorno incremental através do MADSP, foram elaborados os respectivos fluxos de caixa, considerando-se os custos variáveis anuais (insumos, serviços de máquinas e de pessoal), as receitas anuais (valor da produção) e os investimentos necessários à mudança de um sistema para outro. Considerou-se a taxa de juros de 12% como taxa mínima de atratividade (ou custo de oportunidade do capital investido) e o horizonte do projeto como sendo de dez

(5) Considerou-se o cálculo da rentabilidade =

$$\text{econômico} = \frac{\text{receita líquida}}{\text{receita bruta}} \times 100.$$

$$\frac{\text{receita líquida}}{\text{custo operacional total}} \times 100 \text{ e do desempenho}$$

anos.

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 - Descrição dos Sistemas, Rentabilidade e Desempenho Econômico

Após a coleta dos dados junto aos produtores da região, segundo a amostra intencional nos anos assinalados, constatou-se que nos sistemas de preparo de solo convencional e reduzido existe variabilidade quanto às operações efetuadas no manejo de solo. A seguir será feita uma caracterização dos sistemas estudados.

No sistema de preparo de solo convencional, o manejo para a cultura do verão (soja) é precedido pela queimada dos restos culturais da lavoura de inverno (podendo ocorrer aplicação de herbicida em pré-plantio). Posteriormente, todos os produtores deste sistema escarificam o solo, fazem gradagem pesada e gradagem leve para nivelamento do terreno, antes da operação de plantio. Na cultura do trigo não é feita aplicação de herbicidas pelos produtores do sistema convencional. Há produtores que fazem gradagem pesada no inverno, porém, esta prática não é generalizada. O sistema mais comum consiste no nivelamento do terreno e plantio. O índice de utilização de horas máquina/hectare representa mais que o dobro do emprego de máquinas em relação ao sistema de plantio direto. Quanto ao material consumido, os produtores do sistema de preparo de solo convencional, tanto no trigo como na soja, empregam maior quantidade de sementes e fertilizantes, quando comparados aos produtores que realizam sistemas de preparo de solo conservacionistas, como o cultivo mínimo e plantio direto. O emprego de mão-de-obra, sobretudo tratorista, também é maior no sistema de preparo de solo convencional. Os níveis de produtividade obti-

dos pelos produtores deste sistema foram mais baixos que os dos sistemas conservacionistas: 1.819kg/ha para a cultura de trigo e 1.673kg/ha para a cultura da soja (quadros 1 e 2).

Com relação ao sistema de preparo de solos reduzido ou cultivo mínimo, a prática da queimada de restos culturais é eliminada. Na cultura de verão pode ser feita aplicação de herbicida pós-emergente e utiliza-se o escarificador a uma profundidade de 20-25cm. Posteriormente, é feita a nivelagem do terreno e plantio. No inverno (trigo) pode ocorrer aplicação de herbicida pós-emergente e o preparo do solo reduz-se a apenas uma nivelagem antes do plantio. O índice de utilização de horas-máquina/ha em relação ao sistema de plantio direto é 44% maior na cultura do trigo e 59% maior na da soja, embora sejam inferiores aos índices do sistema de preparo convencional. Quanto ao material consumido, o sistema de preparo do solo reduzido pode empregar quantidade equivalente de herbicida em relação ao plantio direto no inverno. Já no verão, o emprego de herbicida é menor em relação ao plantio direto. Ainda comparado ao plantio direto, o uso de sementes é menor no sistema de cultivo mínimo nas duas culturas, enquanto os fertilizantes são utilizados em maior quantidade no trigo e menor quantidade na soja. O emprego de mão-de-obra no cultivo mínimo é maior que no plantio direto, porém, inferior em relação ao sistema de preparo de solo convencional. A produtividade obtida pelos produtores que praticaram o sistema de preparo reduzido foi de 1.976kg/ha para o trigo e 1.870,2kg/ha para a soja, rendimentos inferiores ao sistema de plantio direto nas duas culturas.

No sistema de plantio direto, o solo não é movimentado. Os restos vegetais permanecem sobre o solo e aplica-se herbicida pré-emergente para controle mais eficiente de ervas daninhas. A semeadura é realizada sobre a palhada que cobre a superfície do solo e as sementes e fertilizantes são

QUADRO 1. - Coeficientes Técnicos de Máquinas das Culturas de Trigo e Soja, por Operação, em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo, por Hectare, Safra 1988/89, Região de Assis, Estado de São Paulo

Operação	Preparo de solo convencional		Preparo de solo reduzido		Plantio direto	
	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja
	(hora máquina/ha)					
Aplicação de herbicida	-	0,30(1)	0,19(1)	0,23(1)	0,19	0,26
Escarificação	1,29(1)	1,06	-	0,88	-	-
Gradeação	0,93(1)	0,79	-	-	-	-
Nivelagem	0,45	0,47	0,61	0,45	-	-
Plantio	0,43	0,65	0,66	0,59	0,65	0,64
Pulverização	0,24	0,40	0,27	0,28	0,21	0,30
Colheita	0,60	0,61	0,74	0,60	0,67	0,71
Total	3,94	4,28	2,47	3,03	1,72	1,91
Índice de utilização de horas máquina/ha(2)	229,00	224,0	114,0	159,0	100,0	100,0
Rendimento (kg/ha)	1.819,00	1.673,0	1.976,0	1.870,2	2.233,0	1.900,3

(1) Refere-se a operações que podem eventualmente não ocorrer dentro do sistema.

(2) Calculado para cada produto em relação ao sistema de plantio direto.

Fonte: Dados de pesquisa.

QUADRO 2. - Exigência Física de Fatores de Produção das Culturas de Trigo e Soja, por Operação, em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo, por Hectare, Safra 1988/89, Região Assis, Estado de São Paulo

Material consumido e mão-de-obra	Preparo de solo convencional		Preparo de solo reduzido		Plantio direto	
	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja
<b>1. Material de Consumo</b>						
Herbicida(1)	-	1,7(1)	1,03(1)	1,7(1)	1,02	2,6
Semente (kg)	207,0	102,0	160,0	94,0	189,0	96,0
Adubo formulado (kg)	206,0	196,0	249,0	162,0	169,0	177,0
Inseticida(1)	0,41	1,24	0,46(1)	1,5	0,51	1,42
Fungicida(1)	0,38(1)	-	0,50	-	0,58	-
<b>2. Mão-de-obra (d/H)</b>						
Comum	0,13	0,36	0,19	0,10	0,16	0,09
Tratorista	0,40	0,53	0,34	0,37	0,21	0,23

(1) Refere-se a operações que podem eventualmente não ocorrer dentro do sistema.

Fonte: Dados da pesquisa.

depositados nas linhas de plantio. Para as duas culturas há apenas operações de aplicação de herbicida e plantio. Quanto ao material consumido, o sistema de plantio direto exige maior emprego de herbicidas e sementes nas duas culturas e menor quantidade de fertilizantes no trigo. O índice de utilização de horas-máquina/hectare e a necessidade de mão-de-obra são os menores entre os três sistemas. A produtividade dos agricultores que realizaram o plantio direto foi de 1.900,3kg/ha para a soja e 2.233kg/ha para a cultura do trigo, e representam níveis mais elevados que o sistema de preparo de solo convencional reduzido. O sistema de plantio direto apresenta economia substancial de combustível em relação aos dois outros sistemas, principalmente o de preparo de solo convencional. O consumo de combustível é menor para as duas culturas, devido à redução do número de operações e do emprego de máquinas que caracteriza o plantio direto (quadro 3).

Com relação ao custo operacional das culturas, analisando-se separadamente seus componentes, pode-se observar que as despesas com operações, assim como a depreciação de máquinas, são mais elevadas para as duas culturas no sistema de preparo de solo convencional. A maior utilização de máquinas neste sistema encarece substancialmente este componente de custo, sobretudo em relação ao sistema de plantio direto. Por outro lado, no plantio direto o item mais oneroso refere-se às despesas com materiais, notadamente em função do maior emprego de herbicidas (quadro 4).

Os reflexos do diferente arranjo dos componentes de custos em cada sistema se fazem sentir no montante das receitas (bruta e líquida) e no cálculo da rentabilidade e desempenho econômico. No caso do trigo, por exemplo, a rentabilidade (80%) e o desempenho econômico (44,4%) apontam a superioridade do plantio direto em relação aos outros sistemas. Já com relação à

soja, o preparo de solo reduzido apresenta desempenho econômico (45,9%) e rentabilidade (84,9%) mais elevados que o sistema convencional e o plantio direto, devido ao emprego elevado de herbicidas neste último sistema.

### 3.2 - Análise de Investimentos para Adoção de Sistemas Conservacionistas

Os coeficientes técnicos de operações e exigência física de fatores de sistemas conservacionistas (preparo de solo reduzido e plantio direto) foram coletados junto aos produtores que realizam cada um dos três sistemas estudados. Os preços de insumos e operações foram coletados em maio e outubro de 1990 e corrigidos para março de 1991, pelo índice "2" da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Os investimentos necessários para adoção dos sistemas conservacionistas de preparo de solo foram sugeridos por técnicos da região e incluem investimentos distintos, tanto de natureza biológica como mecânica. Referem-se a investimentos na estrutura físico-química do solo, como calcário e adubo verde, e a equipamentos como semeadeira/adubadeira para plantio direto de trigo e adaptador de plantio direto, que acoplado à semeadeira de trigo permite o plantio direto de sementes de soja.

Como existem diferentes possibilidades de adoção de sistemas de preparo de solo conservacionistas a partir do sistema de preparo de solo convencional, foram considerados quatro projetos distintos como vias de adoção. A definição dos projetos, bem como os investimentos necessários para cada um deles são apontados a seguir:

- a) Projeto 1: adoção do sistema de preparo de solo reduzido 1 em trigo e soja a partir do sistema de preparo de solo convencional. Neste projeto a proposta é de se manter a operação de escarificação e

QUADRO 3. - Consumo de Combustível e Equipamento Médio Empregado nas Culturas de Trigo e Soja, por Operação, em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo, por Hectare, Safra 1988/89, Região do Assis, Estado de São Paulo

(continua)

Operação	Preparo convencional		Preparo reduzido	
	Trigo	Soja	Trigo	Soja
Consumo combustível (ℓ/ha)				
Aplicação de herbicida	-	1,7(2)	0,97(2)	1,7(2)
Escarificação	13,55(2)	12,4(2)	-	9,5
Gradação	10,0(2)	10,2	-	-
Nivelagem	5,25	6,9	5,29	5,0
Plantio	3,21	5,6	5,18	4,6
Pulverização	1,03	2,78	1,18	1,8
Colheita	9,16	10,42	8,17	6,77
Total (ℓ/ha)	42,2	50,0	20,79	29,37
Índice de consumo combustível(3)	235	294	115	173
Rendimento (kg/ha)	1.819,0	1.673,0	1.976,0	1.870,2

(1) Considerou-se trator de 85cv.

(2) Refere-se a operações que podem eventualmente não ocorrer dentro do sistema.

(3) Calculado para cada produto em relação ao sistema de plantio direto.

Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 3. - Consumo de Combustível e Equipamento Médio Empregado nas Culturas de Trigo e Soja, por Operação, em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo, por Hectare, Safra 1988/89, Região de Assis, Estado de São Paulo

(conclusão)

Operação	Plantio direto		Equipamento(1)
	Trigo	Soja	
Consumo combustível (ℓ/ha)			
Aplicação de herbicida	1,57	1,2	Conjunto pulverizador c/ barra hidráulica
Escarificação	-	-	Escarificador c/ 5 hastes
Gradeação	-	-	Grade niveladora 36 discos 18"
Nivelagem	-	-	Grade aradora 16 discos 24"
Plantio	5,6	5,8	Semeadeira-adubadeira 17 linhas/15 linhas
Pulverização	1,53	1,36	Conjunto pulverizador c/ barra hidráulica
Colheita	9,70	8,61	Colheitadeira automotriz 105cv
Total (ℓ/ha)	17,96	16,97	
Índice de consumo combustível(3) 100	100	100	
Rendimento (kg/ha)	2.233,0	1.900,3	

(1) Considerou-se trator de 85cv.

(2) Refere-se a operações que podem eventualmente não ocorrer dentro do sistema.

(3) Calculado para cada produto em relação ao sistema de plantio direto.

Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 4. - Custo Operacional e Desempenho Econômico das Culturas de Trigo e Soja, em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo, por Hectare, Safra 1988/89, Região de Assis, Estado de São Paulo(1)  
(continua)

Item	Preparo convencional		Preparo reduzido	
	Trigo	Soja	Trigo	Soja
Despesas c/ operações (Cr\$)	4.390,82 (23,9)	4.927,86 (30,1)	3.376,80 (29,1)	4.170,18 (29,1)
Despesas c/ material (Cr\$)	11.152,22 (62,8)	9.152,22 (58,4)	11.377,66 (68,0)	8.370,71 (58,4)
Custo Operacional Efetivo (Cr\$)	15.921,80 (86,1)	14.080,08 (86,1)	14.754,47 (88,2)	12.540,89 (87,5)
Depreciação de máquinas (Cr\$)	1.919,72 (10,5)	1.785,07 (10,9)	1.470,95 ( 8,8)	1.353,71 ( 9,4)
Encargos financeiros (Cr\$)	557,26 ( 2,8)	492,80 ( 3,0)	516,41 ( 3,0)	438,93 ( 3,1)
Custo Operacional Total (Cr\$)	18.363,83 (100 )	16.357,95 (100 )	16.741,81 (100 )	14.332,99 (100 )
Receita bruta (Cr\$/ha)	25.316,52	23.706,41	27.488,89	26.500,73
Receita líquida (Cr\$/ha)	6.954,45	7.348,46	10.747,08	12.167,74
Desempenho econômico (%) (2)	27,5	31,0	39,1	45,9
Rentabilidade (%) (3)	37,9	44,9	64,2	84,9
Rendimento (kg/ha)	1.819,0	1.673,0	1.976,0	1.870,2
Incremento saco/ha (%) (4)	-	-	0,95 (2,97)	3,3 (11)

(1) Os valores entre parênteses referem-se a porcentagens.

(2) Des. Econ. =  $\frac{RL}{RB} \times 100$ .

(3) Rentab. =  $\frac{RL}{COT} \times 100$ .

(4) Calculado para cada produto em relação ao sistema de preparo de solo convencional.

Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 4. - Custo Operacional e Desempenho Econômico das Culturas de Trigo e Soja, em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo, por Hectare, Safra 1988/89, Região de Assis, Estado de São Paulo(1)  
(conclusão)

Item	Plantio direto	
	Trigo	Soja
Despesas c/ operações (Cr\$)	2.549,01 (14,8)	2.837,09 (14,2)
Despesas c/ material (Cr\$)	13.132,00 (76,0)	15.546,64 (77,7)
Custo Operacional Efetivo (Cr\$)	15.681,03 (90,8)	18.383,72 (91,9)
Depreciação de máquinas (Cr\$)	1.040,95 ( 6,0)	986,07 ( 4,9)
Encargos financeiros (Cr\$)	548,84 ( 3,2)	643,43 ( 3,2)
Custo Operacional Total (Cr\$)	17.270,81 (100 )	20.013,23 (100 )
Receita bruta (Cr\$/ha)	31.081,66	26.927,25
Receita líquida (Cr\$/ha)	13.810,84	6.914,02
Desempenho econômico (%) (2)	44,4	25,7
Rentabilidade (%) (3)	80,0	34,6
Rendimento (kg/ha)	2.333,0	1.900,3
Incremento saco/ha (%) (4)	5,2 (16,4)	3,8 (13,6)

(1) Os valores entre parênteses referem-se a porcentagens.

(2) Des. Econ. =  $\frac{RL}{RB} \times 100$ .

(3) Rentab. =  $\frac{RL}{COT} \times 100$ .

(4) Calculado para cada produto em relação ao sistema de preparo de solo convencional.

Fonte: Dados da pesquisa.

se retirar a gradagem pesada. A gradagem niveladora é mantida tanto no inverno (trigo) como no verão (soja). Os investimentos previstos para melhorar a estrutura físico-química do solo consistem na aplicação de 4t/ha de calcário a cada quatro anos e plantio anual de adubo verde em um quinto da área ocupada com trigo. Quanto aos equipamentos, propõe-se a aquisição de semeadeira/adubadeira para plantio direto na cultura do trigo, já recomendada para o preparo de solo reduzido. Espera-se a adoção do novo sistema de preparo de solo num período de quatro anos.

b) Projeto 2: adoção do sistema de preparo do solo reduzido 2 em trigo e soja a partir do sistema de preparo de solo convencional. Neste projeto, propõe-se a adoção de sistema de preparo de solo reduzido, que difere do anterior pela retirada de escarificação no trigo e sua manutenção na soja. Elimina-se a gradagem pesada e mantém-se a gradagem niveladora nas duas culturas. Também são propostos investimentos em equipamento (semeadeira/adubadeira) e na melhoria das condições físico-químicas do solo (calcário e adubo verde) na mesma proporção do projeto anterior. O prazo esperado para adoção do preparo de solo reduzido também é de quatro anos.

c) Projeto 3; adoção do sistema de preparo de solo reduzido na cultura da soja e plantio direto no trigo a partir de sistema de preparo de solo convencional. Este projeto prevê a adoção do preparo de solo reduzido na cultura da soja, com a retirada da gradagem pesada e manutenção de operações como aplicação de herbicida, escarificação e gradagem niveladora. Espera-se a adoção do cultivo mínimo na soja num prazo de quatro anos. Já para o plantio direto do trigo, intensifica-se o uso de herbicidas e re-

tira-se as operações relativas à movimentação do solo durante o preparo, como gradagem pesada e gradagem niveladora. O prazo esperado para adoção do plantio direto é de seis anos. Os investimentos previstos são a aquisição da semeadeira/adubadeira para o plantio direto do trigo e a aplicação de calcário (4t/ha a cada quatro anos) e plantio anual de adubo verde em um quinto da área ocupada com trigo, de modo a favorecer a estrutura e os níveis de matéria orgânica do solo.

d) Projeto 4: adoção de plantio direto nas duas culturas (trigo e soja) a partir do sistema de preparo de solo convencional. A proposta para este projeto e a intensificação do uso de herbicidas bem como a eliminação das operações de escarificação, gradagem pesada e gradagem niveladora. Os investimentos em equipamentos consistem de semeadeira/adubadeira para plantio direto do trigo, além de adaptador de plantio direto para sementes de soja. Mantém-se os investimentos em calcário (4t/ha a cada quatro anos) e adubo verde (plantio anual em um quinto da área ocupada com trigo), como forma de beneficiar a estrutura físico-química do solo. O prazo esperado para adoção do plantio direto é de seis anos.

As taxas internas de retorno incremental (TIRs) para os quatro projetos propostos são inferiores ou iguais a zero, quando se considera os dados de produtividade e preço obtidos na região. Estes resultados demonstram que o nível de investimento proposto em cada projeto é muito elevado em relação às receitas obtidas ao longo do processo de adoção dos sistemas de preparo de solo conservacionistas (quadro 5).

Em função destes resultados optou-se por proceder à análise de sensibilidade para alguns parâmetros considerados relevantes, de modo a verificar como variariam os resultados

QUADRO 5. - Taxa Interna de Retorno Incremental e Análise de Sensibilidade para Projetos de Investimentos de Adoção de Sistemas de Preparo de Solo Conservacionistas para Produtores de Trigo e Soja, Região de Assis, Estado de São Paulo

Projetos de investimentos	Análise de sensibilidade					Aumento de 15% de produtividade
	Dados da pesquisa	Dedução de 18% ICMS	Média quinzenal de preços	ICMS+ preços		
1. Preparo reduzido c/ escarificação no trigo e na soja	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0		2,3
2. Preparo reduzido c/ escarificação na soja	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0		4,8
3. Preparo reduzido na soja e plantio direto no trigo	≤ 0	≤ 0	3,1	3,9		19,8
4. Plantio direto na soja e no trigo	≤ 0	≤ 0	1,2	2,9		13,8

Fonte: Dados de pesquisa.

dos projetos caso estes parâmetros se modificassem, mantidos constantes os demais.

Os critérios de seleção dos parâmetros, para fins de análise de sensibilidade, basearam-se em itens relativos à redução de custos e/ou aumento de receitas, que possam viabilizar a adoção dos sistemas de preparo de solo conservacionistas, e estão descritos a seguir:

1. Desconto de 18% do ICMS. Diante do recente deferimento pelo Governo do Estado de 18% do ICMS relativo a insumos agrícolas, julgou-se conveniente avaliar o impacto desta medida sobre os projetos de investimento;
2. Média quinquenal de preços. Ao se observar os preços recebidos pelos produtores, em valores reais corrigidos pelo índice "2" da FGV desde 1985, verificou-se tendência de declínio tanto no preço do trigo como no da soja. Portanto, julgou-se necessário a análise de sensibilidade para este parâmetro, considerando-se a média quinquenal de preços recebidos pelos produtores de soja e trigo;
3. Desconto de ICMS e preços médios dos produtos. A análise conjunta destes dois parâmetros foi considerada relevante pelo que foi exposto nos dois itens anteriores;
4. Aumento de 15% de produtividade. Os níveis de produtividade obtidos pelos produtores estudados neste trabalho mostraram-se ligeiramente superiores à média regional no caso do trigo e bastante inferiores a essa média na cultura da soja, sobretudo, devido a problemas climáticos ocorridos na época dos levantamentos de campo. Por outro lado, os investimentos previstos para melhoria das condições físico-químicas do solo já são suficientes para garantir níveis mais elevados de produtividade, em torno de 15%, durante o período previsto para vida útil dos projetos

(dez anos). Portanto, a análise de sensibilidade para o parâmetro produtividade foi considerada importante para fins de avaliação do aumento do potencial produtivo da região, com base em sistemas de preparo de solo conservacionistas. Os resultados das análises de sensibilidade também se encontram no quadro 5.

Pode-se observar que as TIRs incrementais permanecem inferiores ou iguais a zero na análise de sensibilidade 1, que se refere à dedução de 18% do ICMS. Isso demonstra que esta medida pouco interferiu na redução de custos para fim de análise de investimento.

já com relação à média quinquenal de preços (análise de sensibilidade 2), as TIRs incrementais ainda são menores ou iguais a zero quando se considera os projetos de adoção do sistema de preparo de solo reduzido nas duas culturas. Entretanto, as taxas são maiores que zero nos projetos 3 e 4, apesar de inferiores ao custo de oportunidade do capital (12%). Isso significa que o fator preço é relevante, mas não suficiente para remunerar os investimentos necessários para a adoção referente aos projetos 3 e 4.

O mesmo ocorre na análise de sensibilidade 3, que agrega a dedução do ICMS e preço médio dos produtos nos últimos cinco anos. Tanto a redução de custos referentes à retirada do ICMS dos insumos, como o aumento de receitas gerado pela elevação dos preços do trigo e da soja não são suficientes para obtenção de taxas positivas (como no caso dos projetos 1 e 2) e maiores que o custo de oportunidade do capital (projetos 3 e 4).

Entretanto, com relação a análise de sensibilidade 4, que prevê aumento de 15% de produtividade nas culturas, as TIRs incrementais são maiores que zero nos quatro projetos de investimento propostos. Porém, nos projetos 1 e 2, as TIRs incrementais ainda são inferiores à taxa mínima de atratividade

de. Somente nos projetos 3 e 4 as TIRs são maiores que o custo de oportunidade do capital. Estas taxas viabilizam a adoção do sistema de preparo de solo reduzido no verão e plantio direto no inverno (projeto 3) e do plantio direto nas duas culturas (projeto 4), considerando-se o aumento de 15% de produtividade.

Mesmo com TIRs atrativas ao produtor, cabe ressaltar que os fluxos de caixa para estes projetos apresentam pelo menos um valor negativo ao longo do período de análise. A nível individual isso significa que o produtor terá que alocar recursos próprios para adotá-los. Por outro lado, no caso de um amplo programa de conservação de solos na região, caberá ao Estado prover os recursos necessários para incentivar a adoção de sistemas conservacionistas de preparo de solos.

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além dos benefícios relativos à conservação de solos resultantes das práticas de preparo reduzido e de plantio direto, fica evidente a superioridade econômica destes dois sistemas em relação ao de preparo de solo convencional. Ao lado dos ganhos de produtividade e redução de perdas de solo, pode-se observar redução de despesas com operações e a consequente queda do consumo de combustíveis dos dois primeiros sistemas em relação ao último.

Apesar de maior desembolso com materiais no sistema de plantio direto, devido ao aumento do consumo de herbicidas neste sistema, tanto este como o de preparo de solo reduzido, superam o sistema de preparo de solo convencional, tanto em rentabilidade quanto em desempenho econômico.

Os resultados obtidos na análise de investimentos para adoção dos sistemas conservacionistas demonstram que, dados os níveis atuais de produ-

tividade e de preço dos produtos, dificilmente um produtor que efetua o sistema de preparo de solo convencional conseguirá adotar o preparo de solo reduzido ou o plantio direto, não confirmando, nestas condições, a hipótese do trabalho. As recentes medidas do Governo Estadual referentes à dedução do ICMS (18%) do preço de insumos agrícolas, principalmente se associadas à elevação do preço dos produtos, favorecem ligeiramente a perspectiva de adoção dos sistemas conservacionistas.

Finalmente, pode-se concluir que o aumento de produtividade (estimado em 15% em função das propostas de investimento em calcário e adubação verde) é fator relevante para a viabilidade econômica da adoção de sistemas de preparo de solo conservacionistas. Somente sob esta condição é que se confirma a hipótese inicial deste trabalho.

#### LITERATURA CITADA

1. DIJKSTRA, Frankie. Dez anos de plantio direto no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, Campinas, IAC, 1987. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1988.
2. FARO, Clovis. Engenharia econômica: elementos. 2.ed. Rio de Janeiro, APEC, 1976. 338p.
3. KITAMURA, Paulo C; LANZER, Edgar A.; ADAMS, Reinaldo I. Avaliação econômica de sistemas conservacionistas no uso dos solos agrícolas: o caso do binômio trigo-soja no Rio Grande do Sul. Revista de Economia Rural, Brasília, 20(1):104-24, jan./mar. 1982.

4. MARTIN, Nelson B. et alii.  
Econo-mia agrícola paulista:  
características e potencialidades.  
Informações Econômicas, SP,  
21(Supl. 01/91):1-201, 1991.
5. MATSUNAGA, Minoru et alii.  
Metodologia de custo de produção na  
agricultura. Agricultura em São  
Paulo, SP, 23(1):123-39, 1976.
6. NAÇÕES UNIDAS. FAO. MADS III  
-Plus: user's guide. Roma, s.d.  
74p. (Version IBM/PC 1.0).
7. POMERANZ, L. Elaboração e  
análise de projetos. São Paulo,  
Hucitec, "1985. 24 6p.
8. PORTELLA, José A. Três  
sistemas de manejo do solo na ponta  
do lápis. Dirigente Rural, SP,  
23(9):22-9, set. 1984.
9. PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL -  
SÃO PAULO, 1980. Rio de Janeiro,  
IBGE, 1984.