

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO**



O DESENVOLVIMENTO DO PLANTIO DIRETO NO BRASIL
A CONJUNÇÃO DE INTERESSES ENTRE AGRICULTORES, INDÚSTRIAS E O ESTADO

Epaminondas Luiz Borges Filho

Dissertação apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, sob orientação do Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.

CAMPINAS – SP
2001

DEDICO A
MINHA MÃE
EMÍLIA E. DO NASCIMENTO BORGES

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto de Economia da UNICAMP, a meu orientador, Ademar R. Romeiro, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio concedido; e aos professores Bastiaan P. Reydon e Wilson Cano.

Agradeço aos amigos Alexandre Gori, Ana Maria, Cláudio Paiva, Fernanda Ferrário, Gislene Gama, Maya Takagi, Otávio Basaldi, e aos colegas do curso de Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, pela alegria de um profícuo relacionamento, que integrou nossas diversidades regionais. Ao professor e amigo José Flores pelos incentivos iniciais.

E agradeço em especial a Pedro Gama, Socorro Lira e Humberto Miranda pelo intenso convívio, o que foi um grande aprendizado de vida para mim.

O DESENVOLVIMENTO DO PLANTIO DIRETO NO BRASIL

A CONJUNÇÃO DE INTERESSES ENTRE AGRICULTORES, INDÚSTRIAS E O ESTADO

RESUMO

O sistema de plantio direto (PD) foi introduzido no Brasil no início da década de 70, como uma alternativa de manejo do solo para o controle da erosão. No entanto, o seu desenvolvimento apresentou uma série de dificuldades: ausência de máquinas para o plantio com desempenho satisfatório, controle das plantas daninhas e atraso nas pesquisas em relação a demanda dos agricultores. Atualmente, o sistema de PD já ocupa mais de 13 milhões de hectares em todo o país, correspondendo a cerca de 30% da área com cultura de grãos. O objetivo desse trabalho foi o de estudar o processo de desenvolvimento do sistema de PD no Brasil, procurando mostrar a participação dos atores envolvidos e os mecanismos indutores da mudança tecnológica. A análise do processo de desenvolvimento do PD no Brasil nos permitiu compreender sua trajetória como resultado da conjunção de interesses entre diversos segmentos: os agricultores pioneiros, as indústrias de insumos e equipamentos agrícolas e o Estado.

Palavras-chave: Plantio Direto, dinâmica de inovações na agricultura, conjunção de interesses.

THE DEVELOPING PROCESS OF ZERO TILLAGE IN BRAZIL

THE CONJUNCTION OF INTERESTS BETWEEN FARMERS, INDUSTRY AND STATE

ABSTRACT

Zero tillage was introduced in Brazil in the early 70's as an alternative to soil management to control erosion. However, its development showed many difficulties: lack of sowing machinery with proper performance, trouble controlling harmful seeds, delay in research to meet with producers' demands. Nowadays, zero tillage already takes up more than 13 million hectares throughout the country, which corresponds to 30% of the area cultivated with grains. This work aims at studying the developing process of zero tillage in Brazil, trying to show the participation of the players involved and the inducing mechanisms of technological changes. The analysis of the developing process of zero tillage in Brazil has enabled us to understand its trajectory as the result of a conjunction of interests among several fields: pioneer farmers, machinery and agricultural products industries and the State.

Key words: zero tillage, pattern of developments in agriculture, conjunction of interests.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	XIII
I – INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO PLANTIO DIRETO	05
1.1 – OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA AGRICULTURA MODERNA.....	05
1.2 – A DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.....	06
1.2.1 – BENEFÍCIOS DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOBRE DIFERENTES PROPRIEDADES DO SOLO.....	08
1.2.2 – ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS DO PLANTIO DIRETO.....	11
1.2.3 – O PLANTIO DIRETO E A RETENÇÃO DE CARBONO.....	12
1.3 – AS CRÍTICAS A UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NO PLANTIO DIRETO.....	14
CAPÍTULO 2 – A ORIGEM DO PLANTIO DIRETO E A SUA INTRODUÇÃO NO BRASIL.....	23
2.1 – A ORIGEM DO PLANTIO DIRETO.....	23
2.2 – O PLANTIO DIRETO NO BRASIL.....	27
2.3 – O PLANTIO DIRETO NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	28
2.3.1 – O CASO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ.....	34
2.4 – O PLANTIO DIRETO NA REGIÃO DOS CERRADOS.....	38
CAPÍTULO 3 – O PROCESSO DE EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.....	47
3.1 – 1 ^o PERÍODO – INTRODUÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (1972-1978).....	47
3.2 – 2 ^o PERÍODO – A CALIBRAGEM DO SISTEMA NO SUL DO BRASIL (1979-1983)...	55
3.3 – 3 ^o PERÍODO – CONSOLIDAÇÃO PLANTIO DIRETO (1984-1991)	64
3.4 – 4 ^o PERÍODO – A FORMAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE PLANTIO DIRETO E A DIFUSÃO INTENSIVA DO SISTEMA (1992-2000).....	70

CAPÍTULO 4 – PLANTIO DIRETO NO BRASIL: PROGRAMAS DE DIFUSÃO E MECANISMOS INDUTORES.....	81
4.1 – OS PROJETOS/PROGRAMAS DESENVOLVIDOS PARA A DIFUSÃO DO PLANTIO DIRETO.....	81
4.1.1 – PROJETO METAS.....	81
4.1.2 – PROJETOS DESENVOLVIDOS PARA DIFUNDIR O PLANTIO DIRETO NAS PEQUENAS PROPRIEDADES	83
4.1.3 – PROJETOS DESENVOLVIDOS NOS CERRADOS.....	85
4.1.4 – O PROJETO DE DIFUSÃO DO PLANTIO DIRETO NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	87
4.1.5 – AS ASSOCIAÇÕES DE PLANTIO DIRETO E A PARTICIPAÇÃO DO ESTADO.....	88
4.2 – OS MECANISMOS INDUTORES DO PLANTIO DIRETO NO BRASIL.....	89
4.2.1 – O CASO DOS CERRADOS.....	93
II – CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
III – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
IV – ANEXOS	127

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 01 – Representação da afiliação das associações de plantio direto.....	74
---	----

GRÁFICOS

Gráfico 01 – Temperatura das camadas de 3 a 6 cm do solo, em preparo com arado de discos (PC) e plantio direto (PD), em função do tempo, num Latossolo Roxo, Londrina.....	09
Gráfico 02 – Distribuição Percentual da chuva e do fator EI ₃₀ (erosividade da chuva) na região dos Cerrados.....	40
Gráfico 03 – Percentual dos custos com herbicidas no sistema de plantio direto, em relação ao plantio convencional.....	75
Gráfico 04 – Evolução da área de lavoura sob sistema de plantio direto no estado do Rio Grande do Sul.....	83
Gráfico 05 – Representação gráfica das ligações existentes entre os 40 estabelecimentos agrícolas pesquisados. A técnica utilizada foi o método de Ward e a medida de distância foi a Distância Euclidiana.....	98
Gráfico 06 – Níveis de junção entre as variáveis.....	98
Gráfico 07 – Representação gráfica dos grupos formados entre os 40 estabelecimentos agrícolas pesquisados.....	99

QUADROS

Quadro 01 – Limites estabelecidos pela EPA (Environmental Protection Agency) para padrão de potabilidade de água, considerando as moléculas de alguns agrotóxicos (mg/L).....	17
Quadro 02 – Alternativas do sistema de plantio direto para a região dos Cerrados e as operações necessárias em cada sistema.....	46
Quadro 03 – Entidades Associadas a Confederação das Associações Americanas para uma Agricultura Sustentável (CAAPAS).....	72

TABELAS

Tabela 01 – Número de biótipos de plantas daninhas resistentes a diferentes grupos herbicidas no mundo.....	20
Tabela 02 – Desenvolvimento da área com plantio direto nas principais culturas nos Estados Unidos (mil hectares).....	27

Tabela 03 – Evolução da área com plantio direto nos Estados Unidos e na Europa no período de 1974 a 1984, em hectares.....	27
Tabela 04 – Rendimentos de trigo e soja em preparo convencional, mínimo e plantio direto, nos anos de 1971, 1971/72 e 1972. (Estação Experimental de Londrina 1971 -1973).....	31
Tabela 05 – Rendimentos de trigo e soja em preparo convencional, mínimo e plantio direto, nos anos de 1971, 1972 e 1973. (Estação Experimental de Ponta Grossa 1971 -1973).....	31
Tabela 06 – Quantidades produzidas e produtividade da cultura do milho na 1ª e 2ª Safra, na região Centro-Oeste – 1990 a 1997.....	45
Tabela 07 – Área com plantio direto nas culturas da soja e trigo, nos municípios de atuação da ICI no estado do Paraná em 1975.....	51
Tabela 08 – Estimativa do custo de produção na cultura da soja, nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na safra agrícola 1977/78.....	54
Tabela 09 – Estimativa do custo dos herbicidas utilizados na cultura da soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na safra agrícola 1977/78.....	54
Tabela 10 – Evolução da área e do número de produtores que adotaram o plantio direto no Brasil no período de 1972 a 1976 – Região Sul.....	55
Tabela 11 – Resultado da experimentação comparativa entre diferentes sistemas de máquinas para semeadura direta na cultura do trigo em três anos consecutivos 1979/80/81.....	57
Tabela 12 – Custo variável médio de produção nas culturas da soja, milho e trigo em plantio direto e plantio convencional.....	63
Tabela 13– Consumo médio de óleo diesel no decorrer do ciclo de produção em l/ha, na cultura da soja, milho e trigo em plantio direto e convencional.....	63
Tabela 14 – Evolução da área com plantio direto no Brasil e nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná no período de 1977 a 1983.....	64
Tabela 15 – Custo de produção nas culturas da soja, milho e trigo em plantio direto e plantio convencional no município de Londrina em 1984.....	69
Tabela 16 – Análise econômica da produção de soja, milho e trigo em plantio direto e plantio convencional no município de Londrina.....	69
Tabela 17 – Evolução do plantio direto na região Sul, Cerrados e Brasil (1983-1991).....	70
Tabela 18 – Estimativa do custo de produção nas culturas da soja e milho em plantio direto e plantio convencional, na safra agrícola 1998/99.....	76
Tabela 19 – Estimativa do custo produção e lucratividade na cultura da soja no sistema de plantio direto e convencional na safra 1996/97 em US\$/sc.....	78

Tabela 20 – Estimativa do custo produção e lucratividade na cultura do milho no sistema de plantio direto e convencional na safra 1996/97 em US\$/sc.....	79
Tabela 21 – Evolução da área com plantio direto na região dos Cerrados, Sul e Brasil, no período de 1992 a 1998.....	80
Tabela 22 – Valor da alíquota do PROAGRO para diferentes culturas no sistema de plantio direto e plantio convencional, com zoneamento agrícola.....	89
Tabela 23 – Principais motivos apontados pelos agricultores em 1978, para a adoção do plantio direto e as principais limitações do sistema.....	90
Tabela 24 - Os principais motivos apontados pelos agricultores da região Norte do Paraná, em 1984, para a adoção do plantio direto, os principais benefícios e dificuldades apresentados pelo sistema.....	91
Tabela 25 – Comparativo da demanda de mão-de-obra na cultura do milho (1 ha), no sistema de plantio convencional e plantio direto tração animal.....	93

I - INTRODUÇÃO

Antes da Revolução Industrial, o esforço tecnológico para aumentar o rendimento da terra e a produtividade do trabalho agrícola estava condicionado pela disponibilidade de recursos dentro do espaço agrícola, dada a inexistência de fontes exógenas de nutrientes e energia.

Com o advento da revolução industrial, passou-se a utilizar fontes exógenas de nutrientes e energia, de modo que foi possível superar os limites impostos pela disponibilidade dos recursos naturais dentro do espaço agrícola. A restrição ambiental na configuração dos sistemas produtivos tornou-se pouco importante, cedendo lugar à restrição comercial e de gestão do processo produtivo. A restrição comercial está ligada ao maior ganho a ser obtido, produzindo apenas os produtos mais rentáveis, desconsiderando as exigências agrônômicas dos sistemas de produção, como a rotação de cultura e a integração agricultura-pecuária. A gestão do processo produtivo refere-se aos problemas de controle e organização do processo de trabalho agrícola. O enfrentamento dessas duas restrições foi o que induziu a expansão da monocultura, prática até então circunscrita a algumas regiões.

A expansão da monocultura desencadeou uma série de desequilíbrios ecológicos, tais como: (i) a degradação física, química e biológica dos solos, que tornou necessária a utilização de procedimentos mecânicos para reestruturação do solo e uma dosagem maior de adubos e corretivos para manter a produtividade das culturas; (ii) o aumento da incidência de pragas e doenças, necessitando de maior utilização/diversidade de agrotóxicos para o seu controle, provocando a contaminação dos agricultores, dos alimentos e do próprio ecossistema agrícola; (iii) a perda de biodiversidade dos ecossistemas.

Nas duas últimas décadas, os efeitos cumulativos dos desequilíbrios ecológicos causados por estas práticas agrícolas tornaram-se cada vez mais evidentes, mobilizando a opinião pública sobre os problemas ambientais na área agrícola. Ao mesmo tempo que tais desequilíbrios reduziram a eficácia econômica do padrão tecnológico de modernização agrícola. Assim, a restrição ambiental volta a ter importância na configuração dos sistemas produtivos, mas em contradição com as restrições comercial e de gestão.

A natureza desta restrição ambiental, no entanto, é distinta daquela do início do processo de modernização da agricultura. No início, a restrição ambiental era definida

basicamente pela disponibilidade de fontes de nutrientes e de energia dentro do espaço agrícola. Agora, o problema da restrição ambiental encontra-se nos limites biológicos, na degradação dos recursos naturais e na qualidade dos produtos (presença de resíduos químicos, baixos teores de micronutrientes etc.).

Ainda hoje, no Brasil, a maior parte dos sistemas de produção agrícola praticados provocam um intenso processo de degradação dos recursos naturais, especialmente o solo e a água. A compactação do solo, juntamente com a erosão, tem se caracterizado como um dos mais importantes problemas ambientais decorrentes da intensa mecanização.

Uma das tecnologias que atualmente vem sendo utilizada pelos produtores e que amenizam os problemas de degradação dos recursos naturais é o sistema de plantio direto (PD). Esse sistema de cultivo dispensa o tradicional preparo do solo (aração e gradagem), ficando a mobilização do solo restrita à linha de semeadura, diminuindo sensivelmente a taxa de erosão. Atualmente, o sistema apresenta a particularidade de se mostrar competitivo quando comparado com outras técnicas de preparo do solo, mesmo que o custo econômico provocado pela erosão não seja imputado aos custos de produção. Portanto, o sistema de PD atende às novas exigências, ambientais e econômicas, impostas à agricultura nos últimos anos.

O sistema de PD foi introduzido na região Sul do Brasil no começo da década de 70, como uma alternativa de manejo do solo para o controle da erosão. A erosão havia se agravado nos últimos anos com o avanço do cultivo do binômio trigo-soja na região. O desenvolvimento do PD apresentou uma série de dificuldades: principalmente em função da ausência de máquinas para o plantio com desempenho satisfatório, dificuldades no controle das plantas daninhas e o atraso da pesquisa em relação à demanda dos agricultores.

Na região dos Cerrados, o PD foi introduzido no início dos anos 80. No entanto, a evolução do sistema na região foi muito lenta, porque a transposição do PD da região Sul para os Cerrados apresentou uma série de dificuldades, em decorrência das diferenças climáticas. O inverno seco e relativamente quente não permitiu o cultivo das culturas de inverno, utilizadas normalmente no sul do país. Com isso, a tecnologia teve que ser adaptada para os Cerrados. E, à medida que o sistema de PD foi evoluindo na região Sul e nos Cerrados, os problemas tecnológicos foram sendo resolvidos e os custos de produção do PD foram diminuindo, em comparação com o plantio convencional.

Por outro lado, nos últimos anos, o sistema de PD apresentou uma expansão sem precedentes. Na safra agrícola 1990/91, o sistema ocupava apenas 1 milhão de ha no Brasil e 87 mil ha nos Cerrados. Atualmente, o sistema de PD já ocupa mais de 13 milhões de ha em todo o país, correspondendo a cerca de 30% da área com culturas de grãos. Na região dos Cerrados, já são mais de 4 milhões de ha, ou seja, em torno de 30% da área com culturas de grãos. Para se atingir tamanha extensão, vários interesses tiveram que ser articulados.

Dado este quadro, o objetivo geral do trabalho foi fazer uma análise desse processo, tendo como objetivos específicos: (i) a descrição do processo histórico de desenvolvimento do sistema de PD no Brasil; (ii) a identificação e análise dos mecanismos indutores da mudança tecnológica no Brasil; e (iii) verificação de como se deu a introdução/evolução do PD na região dos Cerrados.

Para o desenvolvimento do trabalho proposto, partiu-se das seguintes hipóteses:

- Ocorreu uma conjunção de interesses entre agricultores, indústrias e o Estado para o desenvolvimento do sistema de PD no Brasil. Os produtores pioneiros não foram induzidos pelas empresas de insumos agrícolas a utilizar o PD, eles agiram principalmente em função dos seus próprios interesses na busca de soluções para os seus problemas.
- Consideramos que, além do fator econômico (redução dos custos de produção), o desenvolvimento do PD nos Cerrados dependeu também do trabalho de difusão realizado pelas Associações de PD (FEBRAPDP, APDC, GPD e CAT).

A estrutura da dissertação está organizada em quatro capítulos. No primeiro capítulo, fazemos uma caracterização agrônômica do PD, mostrando seus benefícios ao meio ambiente, como a redução da taxa de erosão provocada pela chuva e pelo vento; a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo; a retenção de carbono atmosférico no solo, etc.. Neste tópico, fizemos algumas observações sobre as críticas levantadas pelos ambientalistas, que alegam que no PD há uma maior utilização de herbicidas, contribuindo para o aumento dos riscos ambientais de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

No segundo capítulo, descrevemos brevemente a origem do PD e seu desenvolvimento na Inglaterra e nos Estados Unidos. Destacamos o processo de introdução do PD no Brasil, procurando ressaltar os fatores de diferenciação para o desenvolvimento do sistema nas regiões Sul e dos Cerrados.

O terceiro capítulo procura compreender a evolução do PD em quatro períodos de seu processo de desenvolvimento, que se referem à: introdução, calibração, consolidação e difusão intensiva do sistema. Procuramos mostrar os fatores econômicos e ecológicos presentes em cada período, bem como os entraves técnicos e a conjunção de interesses formada entre os atores envolvidos.

O quarto capítulo apresenta os projetos e programas desenvolvidos e os mecanismos indutores do PD no Brasil a partir de 1992. Constatam também os resultados da pesquisa de campo realizada na região dos Cerrados, onde a adoção do PD por parte dos produtores foi diferenciada da região Sul.

Nas considerações finais, apresentaremos a situação atual do PD no mundo e as suas perspectivas futuras e também as principais conclusões de nossas reflexões sobre o desenvolvimento do PD no Brasil.

CAPÍTULO 1

1 - CARACTERIZAÇÃO DO PLANTIO DIRETO

1.1 - OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA AGRICULTURA MODERNA

As práticas agrícolas atuais, consideradas como modernas, baseadas na prática da monocultura, com a utilização intensiva de fertilizantes químicos combinados com sementes selecionadas de alta capacidade de resposta a esse tipo de fertilização, exigem o uso de processos mecânicos para a reestruturação do solo, bem como o emprego sistemático do controle químico de pragas, para que a produtividade seja mantida¹.

A degradação progressiva do ecossistema agropecuário, provocada pela monocultura, obriga o agricultor a recorrer cada vez mais a técnicas mecânicas e químicas (intensivas em energia), no sentido de manter as condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas, na medida em que elas próprias contribuem para agravar a situação.

Nas regiões tropicais, os impactos ambientais da agricultura moderna são mais graves do que nas regiões de clima temperado. Nos trópicos, a ausência de uma estação fria faz com que o equilíbrio de cada sistema dependa inteiramente da diversidade biológica, expressa na cadeia de presas e predadores. Desse modo, a monocultura, nessas regiões, tem necessidade de um controle químico mais rigoroso para ser viável, agravando os problemas no meio ambiente (Romeiro, 1998).

Um dos principais problemas da agricultura moderna nas regiões tropicais e subtropicais é a perda de fertilidade dos solos, provocada pela mineralização excessiva da matéria orgânica e pelas altas taxas de erosão, em virtude do manejo excessivo do solo (arações e gradagens). A matéria orgânica é mineralizada nos trópicos cerca de cinco vezes mais rapidamente do que nas regiões temperadas (Sánchez & Logan, 1992 apud Derpsch, 1997).

As técnicas de revolvimento do solo são fruto da transposição para os trópicos das técnicas de preparo dos solos desenvolvidas para regiões de clima frio. Segundo Primavesi

¹ Ver Romeiro (1998) O Modelo Euro-Americano de Modernização Agrícola. In: **Meio Ambiente e Dinâmica de Inovações na Agricultura**.

(1980), nos países de clima temperado, a exposição do solo desnudo e esborado ao sol e à chuva cumpre um papel importante no seu reaquecimento após o degelo no início da primavera, processo necessário para acelerar a reativação de sua microvida. Nas regiões tropicais, permanentemente quentes, isso não é necessário. Pelo contrário, o sol e as chuvas torrenciais, características da região, tornam necessário evitar a exposição do solo desnudo ao tempo. O sol forte tem um efeito devastador sobre a microvida nas camadas mais superficiais do solo e as chuvas torrenciais carregam enormes quantidades de solo desestruturado e pulverizado.

Portanto, nos trópicos, torna-se necessário manter o solo sempre protegido do sol e da chuva. O sistema de plantio direto é uma técnica de manejo do solo que leva em conta esses imperativos ecológicos das regiões tropicais. A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo propicia as condições necessárias para que a micro e a mesovida presentes no solo passem a atuar, produzindo, como resultado, um solo estruturado e pronto para ser semeado. Trata-se, portanto, de uma substituição de procedimentos mecânicos por processos biológicos naturais (Romeiro, 1998).

1.2 - A DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

A técnica do plantio direto (PD) pode ser definida como um sistema conservacionista do solo, em que a colocação da semente é realizada em sulco ou cova em solo não revolvido, o qual deve ter largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra². Essa técnica elimina, portanto, as operações de aração, gradagens, escarificações e outros métodos convencionais de preparo do solo (Muzilli, 1981).

O conceito inicialmente adotado para a nova técnica foi derivado da expressão inglesa *no-tillage*, que significa “sem preparo”. Atualmente tem se preferido utilizar o termo *zero tillage*, mas também são utilizados outros termos como: *no-till*, *no-tillage* e *direct drilling*. Nos países latino-americanos, utiliza-se a expressão *siembra directa*; no Chile, utiliza-se a terminologia *cero labranza*; e, no México, *labranza de conservación*.

² Sistemas de manejo conservacionistas são sistemas de utilização de solos e de culturas que visam reduzir o excessivo revolvimento do solo, mantendo os resíduos culturais na superfície do mesmo, para minimizar o impacto sobre o meio ambiente. De acordo com o CTIC (1997), nos sistemas conservacionistas, mais de 30% da superfície do solo deve permanecer coberta após o plantio com resíduos culturais.

Atualmente, este conceito assume a visão integrada de um sistema, envolvendo: a combinação de práticas culturais ou biológicas destinadas à adubação verde para a formação de coberturas de solo; a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo; a adoção de métodos integrados de controle de plantas daninhas, através da utilização da cobertura do solo e herbicidas; e o não revolvimento do solo, exceto no sulco da semeadura.

Ao manter os restos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo, este sistema proporciona vários benefícios, tais como: a maior retenção da umidade, proporcionando à cultura uma maior resistência a veranicos e a períodos de seca; o aumento da matéria orgânica, melhorando a estrutura física e a CTC (Capacidade de Troca de Cátions)³; o estímulo à microfauna benéfica; e a diminuição dos picos de variação térmica, bem como da erosão provocada pelas chuvas e pelos ventos.

Comparando com o sistema de cultivo convencional, o sistema de PD apresenta vantagens econômicas e ambientais. Em relação às primeiras, estas resultam das exigências do sistema em termos de gastos correntes e de reposição do capital (gastos com combustíveis fósseis, serviço de manutenção, mão-de-obra e reposição do maquinário). No que concerne às últimas, estas referem-se basicamente à redução significativa da taxa de erosão, que, aumenta indiretamente, a rentabilidade econômica, seja devido à economia de recursos com atividades de replantio, reparo das curvas de nível, bem como à economia de fertilizantes minerais (menor necessidade de adubação).

Os principais aspectos desfavoráveis do PD são: a maior utilização de herbicidas, elevando os custos de produção; a maior dificuldade na eliminação de focos de doenças e pragas, presentes nos restos culturais; a dificuldade na manutenção da cobertura morta; a não adaptação a todos os tipos de solos; a dificuldade maior na incorporação de adubos e corretivos; a exigência de maquinário de alto custo e com maior necessidade de regulagens; a necessidade de maior conhecimento no controle das plantas daninhas; e a exigência maior de assistência técnica especializada.

³ CTC (Capacidade de Troca de Cátions) - é a capacidade que o solo tem de reter e disponibilizar nutrientes para as plantas.

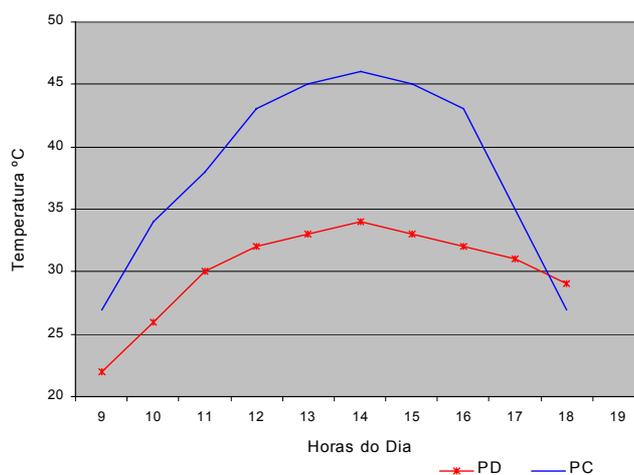
1.2.1 - BENEFÍCIOS DO PLANTIO DIRETO SOBRE DIFERENTES PROPRIEDADES DO SOLO

A manutenção da cobertura morta (palha) na superfície do solo representa a essência do sistema de PD, por proporcionar uma série de benefícios ao solo. Um dos principais benefícios é a manutenção/elevação do teor de matéria orgânica. No sistema de plantio convencional, grandes quantidades de matéria orgânica são carreadas no processo erosivo, podendo chegar de 1,3 a 5 vezes superiores aos teores que permanecem nos solos (Pimentel et al 1989, apud PNUD 1999).

Essa questão é importante: o teor de matéria orgânica é um dos principais termômetros para medir a sustentabilidade das práticas agrícolas nos solos tropicais e subtropicais, pois ela atua fundamentalmente sobre a composição química do solo (CTC)⁴. Portanto, a redução do teor de matéria orgânica reflete diretamente sobre a eficiência da utilização dos corretivos e fertilizantes a médio prazo, afetando diretamente os rendimentos das culturas ao longo do tempo.

A cobertura morta também influencia na temperatura da superfície do solo. A temperatura afeta os processos físicos, químicos e biológicos que nele se desenvolvem, sendo um fator importante no crescimento, na multiplicação e nas atividades dos microorganismos do solo. Segundo Henklain (1997), a grande maioria dos microorganismos se desenvolvem melhor entre 10 e 40°C, com índice ótimo em torno de 35°C nos solos tropicais e 25°C em solos de regiões temperadas. No sistema de PD, a palha diminui a temperatura na superfície do solo, favorecendo as atividades microbianas (Gráfico 01).

⁴ Cerca de 85% da CTC (Capacidade de Troca Catiônica) total dependente de pH dos solos tropicais provém da matéria orgânica. Isso se deve ao fato de a maioria dos solos tropicais ser altamente intemperizada, apresentando argilas com cargas dependentes de pH muito baixas (Henklain, 1997).



Fonte: Derpsch (1984) apud Henklain (1997).

Gráfico 01 – Temperatura das camadas de 3 a 6 cm do solo, em preparo com arado de discos (PC) e plantio direto (PD), em função do tempo, num Latossolo Roxo, Londrina.

A maior atividade microbiana no sistema de PD resulta num aumento da produção de substâncias gomosas, lipídios e outras substâncias insolúveis em água, contribuindo para a estabilização e para a formação de agregados no solo. O melhor condicionamento físico do solo, em função da estabilidade dos agregados, aumenta a capacidade de infiltração de água, diminuindo os problemas com a erosão.

De acordo com Chaves (1997), a redução da erosão do solo se dá por dois processos. No primeiro, o solo, que ficava desprotegido durante toda a época de preparo e durante as fases iniciais da cultura, ficará parcialmente protegido pela resteva e pelas ervas mortas, o que diminui a desagregação das suas partículas pelas gotas de chuva, uma vez que a palha intercepta sua energia. Proteção semelhante é proporcionada contra o escoamento superficial da água, uma vez que o resíduo, em contato direto com a superfície do solo, atua como barreira física ao livre escoamento da enxurrada.

No segundo processo, o solo é beneficiado a longo prazo pela estabilidade dos agregados. O aumento paulatino do conteúdo de matéria orgânica do solo superficial, proporcionado pelo acúmulo de palha, tende a aumentar a estabilidade dos agregados à destruição ocasional de chuvas e enxurradas. Com a estabilidade dos agregados há um aumento da proporção de macroporos do solo sob PD, aumentando-se assim a infiltrabilidade

da água no solo, reabastecendo o lençol freático e diminuindo o escoamento superficial da água.

Na região dos Cerrados, que abrange a porção norte de Minas Gerais, contabilizou-se a perda de 17 bilhões de metros cúbicos de água, que deixaram de infiltrar naturalmente nos solos em decorrência da diminuição da cobertura vegetal. Em 1990, a região teve 558 de seus 1.138 cursos d'água completamente secos em decorrência da diminuição da capacidade de retenção de água no lençol freático (PNUD, 1999).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as perdas de solo nas propriedades brasileiras, onde predominam os sistemas convencionais de manejo, situam-se ao redor de 25 toneladas anuais por hectare, quando os níveis considerados normais variam de 3 a 12 toneladas (PNUD, 1999).

Dados obtidos por diferentes autores em ensaios, comparando perdas de solo e água entre diferentes sistemas de manejo, indicam que o PD reduz em 75% as perdas de solo e em 22% as perdas de água, embora em algumas situações tenham sido verificadas perdas iguais ou maiores de água no PD (Anexo 01). As perdas de solo e água variam principalmente em função do tipo de solo, da cultura, do relevo e do clima.

A erosão é uma das principais responsáveis pela diminuição do potencial produtivo dos solos, devido à remoção paulatina de sua camada mais fértil. A manutenção da produtividade em níveis elevados só é possível pela utilização crescente de fertilizantes e corretivos, acarretando uma elevação nos custos de produção. Estes insumos, por sua vez, são freqüentemente carregados para os corpos d'água superficiais e subterrâneos provocando sérios impactos ao meio ambiente.

Dentre os agroquímicos utilizados na agricultura, os nitratos constituem-se um dos mais sérios contaminantes dos recursos hídricos, especialmente no caso das águas subterrâneas, podendo causar metemoglobinemia em crianças quando sua presença estiver acima do permitido na água de consumo doméstico. Os nitratos contaminam os lençóis subterrâneos, através da lixiviação dos fertilizantes nitrogenados e dos resíduos orgânicos animais e vegetais aplicados na agricultura.

Os sedimentos que contêm nitrogênio e fósforo podem provocar ainda um rápido desenvolvimento de vegetais aquáticos (processo de eutrofização), principalmente de algas, que elevam o consumo de oxigênio e impedem a sobrevivência de outros organismos como

peixes e crustáceos (Brady 1983, apud PNUD 1999). Os animais aquáticos também são afetados pelo aumento da turbidez da água, que é provocada, por sua vez, pelo aumento das partículas em suspensão e também pela presença de metais pesados, contidos em muitos fertilizantes e corretivos. Portanto, a redução da aplicação e da lixiviação desses insumos poderá diminuir os impactos sobre o meio ambiente.

A erosão provoca outros danos ao meio ambiente, como o assoreamento dos rios e de outros cursos de água, fundamentais para a agricultura e para a própria vida na terra. O volume de solo desperdiçado vai se acumulando sob as águas, provocando um largo espectro de impactos (assoreamento de barragens, maior desgaste dos equipamentos das usinas hidroelétricas, redução da fauna etc.). O dano ambiental acaba por elevar os custos sociais e econômicos dos bens coletivos e públicos.

A adoção do PD, juntamente com outros métodos de manejo e conservação de solo, permitiu uma redução de 49,3% no índice de turbidez da água em 16 microbacias do estado do Paraná⁵, durante o período de vigência do programa Paraná Rural (Projeto de manejo e conservação do solo)⁶ (Banco Mundial 1997, apud PNUD 1999). Em Santa Catarina, um projeto semelhante permitiu a redução de 61% da turbidez da água, entre 1988 e 1997, na microbacia hidrográfica do Lageado São José, na região de Chapecó⁷ (Bassi, 1998).

1.2.2 - ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS DO PLANTIO DIRETO

Os efeitos benéficos da cobertura morta, como a diminuição da temperatura do solo, a conservação da umidade e a redução da erosão, são muitas vezes, contrarrestados pelos efeitos negativos dos resíduos (palha) como fonte de nutriente e abrigo para a sobrevivência, o crescimento e a reprodução de pragas e microorganismos patogênicos.

A manutenção da palha na superfície e o não revolvimento do solo provoca uma série de mudanças no ambiente de crescimento das plantas (rizosfera), fazendo com que algumas

⁵ O índice de turbidez mede a quantidade de sólidos em suspensão na água.

⁶ O Paraná Rural é um programa de gestão dos recursos naturais com base em microbacias hidrográficas. O programa iniciou-se em 1989. Até 1997, o programa havia envolvido um total de US\$ 148 milhões (dos quais 42,3% financiados pelo Banco Mundial) e atingiu 210 mil produtores em 2.433 microbacias hidrográficas, numa área total de 7 milhões de ha (PNUD, 1999).

⁷ Os sedimentos em suspensão diminuíram 69,5% no período, refletindo nos custos de seu tratamento para o consumo humano. A quantidade de sulfato de alumínio utilizado na floculação/decantação dos sólidos em suspensão baixou de 28g/m³ em 1991/92 para uma média de 15g/m³ em 1996 (Bassi, 1998).

pragas ou doenças, antes sem importância econômica, passem a ocasionar sérios problemas às culturas.

No sistema de cultivo convencional, as práticas de aração e gradagem, entre outros fatores, têm o intuito de incorporar os restos culturais para diminuir a fonte de inóculo para a próxima safra e, por conseguinte, minimizar a incidência de doenças. O revolvimento do solo também minimiza os problemas causados por certas pragas, que passam pelo menos uma fase de seu ciclo biológico na superfície ou no interior do solo.

A expectativa da incidência de doenças no sistema de PD vai depender do tipo de patógeno envolvido, do esquema de rotações adotado, das várias interações do complexo de microorganismos do sistema solo-planta, do nível de resistência da planta e dos vários fatores ambientais prevaletentes. No entanto, observações de cerca de uma década na região Sul do país comprovam que a intensidade de doenças tem sido maior no PD, como no caso de várias doenças em cereais de inverno (Reis & Santos, 1993)⁸.

No que diz respeito às pragas, a não movimentação do solo no sistema de PD pode favorecer o desenvolvimento e a sobrevivência de algumas pragas, mas, por outro lado, o sistema propicia um habitat favorável ao desenvolvimento de insetos, ácaros e inimigos naturais (insetos-predadores), reativando-se, assim, o equilíbrio, viabilizando o controle biológico e integrado de pragas, e diminuindo, com isso, o uso de agrotóxicos (Derpsch, 1997). A rotação de culturas tem um papel muito importante no controle das doenças e pragas no sistema de PD. O controle biológico e o melhoramento de plantas mais adaptadas ao sistema são estratégias potenciais para aliviar a problemática de pragas e doenças no sistema de PD (Fernandes, 1997).

1.2.3 - O PLANTIO DIRETO E A RETENÇÃO DE CARBONO

O PD, principalmente nos solos tropicais, é capaz de atuar como imobilizador do carbono (*carbon sink*), aumentando o teor de carbono orgânico no solo. Ao contrário do PD, o preparo intensivo do solo acelera a mineralização da matéria orgânica e converte os resíduos

⁸ De acordo com Reis & Santos (1993), a helmintosporiose da aveia, a mancha em rede, a mancha amarela da folha, a mancha da folha e gluma, a mancha salpicada e o mal-do-pé do trigo e triticales são doenças favorecidas pelo PD e também pela monocultura.

vegetais em dióxido de carbono (CO₂), que é liberado na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global do planeta⁹ (Derpsch, 1997).

A conversão de áreas sob plantio convencional para o PD e a sua manutenção por longo período tem possibilitado a recuperação no conteúdo de carbono do solo, alcançando, em alguns casos, nível superior ao original do solo sob a vegetação natural (Dick et al., 1998). O aumento do carbono orgânico no solo no PD está estreitamente relacionado ao retorno dos resíduos culturais associado ao não revolvimento do solo.

Pesquisas realizadas nos EUA pelo USDA/ARS mostram que o carbono presente no solo se perde rapidamente na forma de dióxido de carbono, após o preparo intensivo do solo e que a quantidade perdida está em relação direta com a intensidade do preparo. Analisando a perda de carbono em uma parcela de resteva de trigo, os pesquisadores constataram que, 19 dias após o plantio, as perdas de carbono tinham sido até cinco vezes maiores nas parcelas aradas (CTIC 1996, apud Derpsch 1997).

O carbono do solo proveniente da matéria orgânica desempenha um papel fundamental na produção vegetal. O potencial de rendimento das culturas aumenta 21% para cada 1% de aumento de carbono no solo, relativamente à produtividade potencial de um solo com 1,2% de carbono, quando não se utiliza irrigação (Jenkinson 1963, apud Tomm 1997). Por essa razão, a dinâmica do carbono nos ecossistemas terrestres transformou-se em questão fundamental, existindo um grande interesse em aumentar a fixação e o armazenamento do carbono no solo como forma de melhorar a sua qualidade e fertilidade (Kern & Johnson 1993, apud Tomm 1997)

Além da redução da taxa de liberação de carbono na atmosfera, proveniente da menor mineralização da matéria orgânica, o sistema de PD diminui também as perdas com carbono de combustíveis fósseis, em virtude da redução de 64 a 74% no consumo de óleo diesel (Gentil et al., 1993). Cerca de 40 a 45% do dióxido de carbono existente na atmosfera tem origem na combustão de petróleo e carvão¹⁰ (Araújo, 1999). Estima-se que a ampla difusão do

⁹ O volume de CO₂ emitido para a atmosfera contribui com 50% do efeito estufa e os sistemas agropecuários participam com 22,9% do total emitido de CO₂. Os outros 50% dos gases que contribuem para o aquecimento do planeta são: o CH₄ (19%), CFC – Clorofluorocarbonetos oriundos de aerossóis (15%), N₂O (5%) e outros gases (11%) (Lal 1995, apud Sá et al. 2000).

¹⁰ As queimadas, os transportes, as indústrias e o consumo doméstico jogam anualmente na atmosfera 21 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (Araújo, 1999).

cultivo conservacionista, poderia compensar em até 16% das emissões de dióxido de carbono por combustíveis fósseis no mundo (CTIC 1996, apud Derpsch 1997).

1.3 - AS CRÍTICAS À UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NO PLANTIO DIRETO

Apesar de suas inúmeras vantagens, o PD é um sistema bastante criticado pelos ambientalistas num aspecto: a sua dependência em relação ao uso de herbicidas. Os ambientalistas alegam que no PD há uma maior utilização de herbicidas, o que contribui para aumentar os riscos ambientais de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Esses argumentos não são de todo válidos porque com o aprimoramento do manejo das plantas daninhas, através da utilização de cobertura morta e rotação de cultura, e o surgimento de herbicidas eficientes e menos tóxicos ao homem e ao meio ambiente, o PD se tornou mais seguro do que os tradicionais sistemas de cultivo¹¹.

A formação e o acúmulo da cobertura morta na superfície do solo apresenta-se como um fator importante no controle das plantas daninhas, pois ela exerce um efeito físico e alelopático sobre a população das invasoras. O efeito físico se dá com o impedimento que a cobertura morta proporciona, formando uma espécie de barreira que impossibilita a emergência das plantas daninhas. O efeito alelopático é resultado da inibição química proveniente das substâncias secretadas pelo material vegetal (palha) em decomposição sobre a germinação ou desenvolvimento das plantas daninhas. Em áreas onde a cobertura morta é homogênea e expressiva em termos de quantidade, tem sido observado um decréscimo acentuado do número de plantas daninhas que podem emergir a cada safra, diminuindo a necessidade de herbicidas (Silva, 1997).

A emergência das plantas daninhas no sistema de PD também é prejudicada pelo acúmulo de suas sementes na superfície, em virtude da não movimentação do solo. A exposição às condições climáticas e ao ataque de pássaros, roedores e insetos, favorece ao longo do tempo a redução do banco de sementes e, conseqüentemente, do consumo de herbicidas (Silva, 1997).

¹¹ O principal herbicida utilizado no início do PD, o paraquat, pertence à classe toxicológica I (altamente tóxicos – faixa vermelha), com a evolução dos herbicidas a partir da segunda metade da década de 70, eles tornaram-se menos tóxicos. O glyphosate, por exemplo, que é o principal herbicida moderno e largamente utilizado no PD, pertence à classe toxicológica IV (praticamente não tóxico - faixa verde).

Apesar dos efeitos benéficos da cobertura morta sobre a emergência das plantas daninhas, esse fator, isoladamente, não apresenta resultados satisfatórios no controle das invasoras, havendo necessidade de combinar tais efeitos benéficos com a utilização de herbicidas. Os herbicidas são utilizados no sistema de PD para dessecar a cultura de inverno para a obtenção de cobertura vegetal e também para controlar a emergência e as ervas daninhas que se desenvolveram após a implantação da cultura.

A contaminação do meio ambiente pela utilização de herbicidas na agricultura pode ser influenciada por três processos principais: processos de adsorção, que regulamentam a disponibilidade do herbicida na solução do solo; processos de transferência, que deslocam o herbicida do ponto de aplicação para outra área; e os processos de degradação, que minimizam os problemas com a persistência, a acumulação e os efeitos ambientais desses compostos (Luchini, 1999).

A adsorção de herbicidas por partículas de solo determina o potencial de lixiviação desses compostos¹². A capacidade de adsorção está relacionada principalmente às características iônicas dos herbicidas e às propriedades físicas e químicas dos solos. A maior parte dos herbicidas utilizados no PD apresentam propriedades catiônicas, que os tornam altamente adsorvidos pelas partículas do solo, em virtude das interações eletrostáticas com as cargas negativas da superfície dos solos, perdendo, assim, sua ação herbicida logo após entrar em contato com o solo.

A matéria orgânica também influencia na capacidade de adsorção dos herbicidas; quanto maior o seu conteúdo, maior será a capacidade de adsorção dos solos (Luchini, 1999). Como grande parte dos herbicidas utilizados no PD apresenta alta capacidade de adsorção e os solos apresentam um maior teor de matéria orgânica, as possibilidades de lixiviação decorrentes do uso desses herbicidas tornam-se mínimas. No sistema convencional, o menor teor de matéria orgânica presente no solo e a maior utilização de herbicidas pré-emergentes (incorporados ou não)¹³ aumentam os riscos de contaminação do meio ambiente.

¹² Lixiviação é o transporte do herbicida pela água no perfil do solo. Esse processo pode levar à contaminação das águas subterrâneas, causando sérios riscos ambientais.

¹³ Herbicidas pré-emergentes (PRE) são herbicidas que são aplicados no solo antes da germinação das sementes das plantas daninhas ou da emergência das suas plântulas. Os herbicidas de PRE são também denominados de herbicidas residuais porque deixam no solo um resíduo ativo que continuará por algum tempo matando as plantas que por ventura entrarem em germinação.

Os herbicidas podem também contaminar outros recursos hídricos, através do escoamento superficial da água da chuva ou da irrigação, seja pela dissolução dos herbicidas aplicados ao solo na fase aquosa, seja através do carreamento das próprias partículas de solo.

O escoamento superficial é a principal fonte de contaminação das águas superficiais por herbicidas. A redução das perdas de solo e água proporcionada pelo sistema de PD diminui a probabilidade desses herbicidas contaminarem também as águas superficiais. Assim, acredita-se que a possibilidade dessas moléculas serem lixiviadas ou carreadas no escoamento superficial - e, conseqüentemente, poluírem as águas superficiais e subterrâneas - é praticamente nula, embora não existam ainda estudos que demonstrem o impacto ambiental a longo prazo sobre o uso de herbicidas nos ecossistemas brasileiros.

Além da redução da possibilidade de contaminação dos recursos hídricos, os herbicidas utilizados para o manejo de plantas daninhas no sistema de PD são menos tóxicos à saúde humana do que os tradicionalmente usados no plantio convencional. A maior parte dos herbicidas modernos utilizados no PD foi sintetizada para afetar, exclusivamente, um sistema enzimático das plantas inexistentes no reino animal (Silva, 1997). O glyphosate, por exemplo, que é o mais antigo desses herbicidas modernos e um dos mais utilizados no sistema de PD, atua sobre uma enzima das plantas, a EPSP-Sintase, responsável pela síntese de três aminoácidos aromáticos considerados essenciais para as plantas (triptofano, fenilalanina e tirosina). Com a inibição da biossíntese desses aminoácidos ocorre uma paralisação do crescimento das plantas e posteriormente sua morte por deficiência metabólica. Nesse processo, os animais não são afetados, pois eles não possuem essa enzima e são incapazes de sintetizar esses aminoácidos¹⁴.

A toxicidade do glyphosate em relação à potabilidade da água pode ser verificada no Quadro 01. Dentre os agrotóxicos apresentados, o glyphosate é o que apresenta o maior limite (concentração do produto por miligramas por litro) para o padrão de água potável.

¹⁴ Pertencem também ao grupo dos herbicidas inibidores da biossíntese de aminoácidos à molécula do sulfosate.

Quadro 01 - Limites estabelecidos pela EPA (Environmental Protection Agency) para padrão de potabilidade de água, considerando as moléculas de alguns agrotóxicos (mg/L).

Agrotóxicos	MCLG ¹	Potenciais efeitos na saúde, se ultrapassado o limite	Fontes de contaminação
Herbicidas			
Alachlor	zero	Anemia e aumento do risco de câncer	Escoamento superficial
Atrazina	3	Problemas no sistema cardio-vascular e dificuldades de reprodução	Escoamento superficial
2,4-D	70	Problemas nos rins, fígado e glândulas	Escoamento superficial
Dalapon	200	Mal funcionamento dos rins	Escoamento superficial
Dinoseb	7	Dificuldades de reprodução	Escoamento superficial
Diquat	20	Favorece a formação de cataratas nos olhos	Escoamento superficial
Endothall	100	Úlceras e problemas intestinais	Escoamento superficial
Glifosato	700	Problemas nos rins e dificuldades de reprodução	Escoamento superficial
Picloran	500	Problemas no fígado	Escoamento superficial
Simazina	4	Problemas no sangue	Escoamento superficial
2,4,5-TP(Silvex)	50	Problemas no fígado	Resíduos em solo
Inseticidas			
Carbofuran	40	Problemas no sistema nervoso e dificuldades de reprodução	Lixiviação
Chlordane	zero	Aumento do risco de câncer	Lixiviação
1,2-Dibromo-3 - chloropropano (DBCP)	zero	Dificuldades de reprodução e aumento do risco de câncer	Escoamento superficial
Endrin	2	Efeitos sobre o sistema nervoso	Escoamento superficial (proibido atualmente)
Lindane	2	Problemas com rins e fígado	Escoamento/lixiviação
Methoxiclolo	40	Dificuldades de reprodução	Escoamento superficial
Oxamil	200	Pouco efeito sobre o sistema nervoso	Escoamento superficial

Fonte: EPA - Environmental Protection Agency, 1999 (modificado pelo autor)

^{1/} MCLG – Nível máximo do contaminante, considerado para a água potável.

O grau de contaminação depende também da persistência do produto no ambiente. Os processos de degradação exercem um papel importante no destino e disposição final dos herbicidas. Os herbicidas podem sofrer degradação no solo por decomposição microbiana,

química e fotoquímica¹⁵. Dos três processos de degradação, a química e a fotoquímica são geralmente de menor importância do que a microbiológica (Luchini, 1999). Como no sistema de PD a atividade microbiológica é mais intensa, aumenta o processo de degradação dos herbicidas adsorvidos nas partículas do solo.

O sistema de PD, ao que tudo indica, parece ser seguro em termos de proteção do meio ambiente. Além da maior segurança dos produtos utilizados, de uma maneira geral, há uma maior redução no uso de herbicidas de pós-plantio com efeito residual no solo, diminuindo assim o risco de contaminação dos depósitos de água subsuperficiais e subterrâneos. A expectativa dos agricultores do Brasil, da Argentina e do Paraguai, que utilizam o sistema há muitos anos, é que a quantidade de herbicidas utilizada no PD continuará decrescente à medida que se ganha experiência com o sistema. O uso sistemático da adubação verde e da rotação de culturas, assim como o uso correto dos produtos químicos, estão conseguindo reduzir a quantidade de herbicidas no PD (Derpsch, 1997).

A redução no uso de herbicidas no sistema de PD exige o desenvolvimento de novas pesquisas para identificar espécies de plantas de cobertura com diferentes ciclos vegetativos, que permitam apenas o acamamento mecânico, reduzindo a aplicação de herbicidas dessecantes. Entretanto, essas práticas, que têm por objetivo diminuir o uso de herbicidas, são pouco difundidas pela extensão e, em grande parte, são desprestigiadas pela pesquisa, justamente porque grande parte das pesquisas são patrocinadas pelas empresas produtoras de herbicidas.

Outro fator agravante na utilização de herbicidas no sistema de PD é o aumento da resistência das plantas daninhas aos herbicidas¹⁶. Isso se deve ao fato de que os agricultores

¹⁵ A **degradação microbiológica** é causada por fungos e bactérias ou outros microrganismos que utilizam o herbicida como fonte de alimento. As condições do solo como umidade, temperatura, aeração, pH e conteúdo orgânico afetam a taxa de degradação. A **degradação química** é a transformação do herbicida por processos que não envolvem organismos vivos. Neste caso, temperatura, umidade, pH, adsorção e as características químicas e físicas dos herbicidas determinam o tipo e a velocidade de reação. A **degradação fotoquímica** é a quebra da molécula do herbicida pela ação da luz solar. Os fatores que podem influenciar a degradação são a intensidade da luz solar, o método de aplicação, as propriedades físicas e químicas dos herbicidas e, ainda, o tipo de solo e vegetação.

¹⁶ A resistência é a capacidade adquirida de uma planta sobreviver a determinados tratamentos herbicidas que, sob condições normais, controlam os integrantes da população. Os principais mecanismos de ação que podem conferir resistência aos herbicidas são: alteração do local de ação, metabolização e compartimentalização do herbicida. As plantas podem apresentar resistência cruzada ou múltipla. A cruzada ocorre quando um biótipo é resistente a dois ou mais herbicidas com princípios ativos diferentes, mas com o mesmo mecanismo de ação. A múltipla ocorre nas plantas resistentes a herbicidas de diferentes grupos químicos e com diferentes mecanismos de ação (Vargas et al., 1999).

costumam utilizar nas lavouras os mesmos herbicidas por uma questão de praticidade, não alternando o manejo das invasoras. Outro problema é que não existe nenhum método mecânico de controle das invasoras no sistema de PD, de modo que o uso repetido dos mesmos herbicidas acaba exercendo uma pressão de seleção nas plantas daninhas que apresentam uma resistência natural ao mecanismo de ação dos produtos químicos. As plantas daninhas de biótipos resistentes, presentes na área, conseguem se reproduzir com mais facilidade, tomando conta de extensas áreas em poucos anos (A Granja, 1999).

Ao contrário do PD, no sistema convencional existe a possibilidade de controle das plantas daninhas por métodos mecânicos e por uma gama maior de herbicidas, uma vez que há a possibilidade de utilização de produtos pré-emergentes (incorporados ou não ao solo)¹⁷ e de pós-emergentes (em área total ou em jato dirigido às entrelinhas das culturas)¹⁸, Conforme Rodrigues & Almeida (1995). No PD, o uso de herbicidas fica restrito somente aos pré-emergentes não incorporados ao solo e aos pós-emergentes.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas não é um fato novo. A primeira constatação de resistência foi registrada em 1957, quando foram identificados biótipos de *Commelina difusa* nos Estados Unidos e, posteriormente, *Daucus carota* no Canadá, ambas resistentes a herbicidas pertencentes ao grupo das auxinas (Weed Science, 1998). Estima-se que, no mundo, haja cerca de 3 a 4 milhões de ha de culturas com invasoras apresentando alguma resistência ao grupo das triazinas (Kissmann, 1996).

Em 1997 foram registrados 216 biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas em 45 países. Os Estados Unidos apresentam os maiores casos detectados, com 49 biótipos. Em seguida, vêm empatados a França e Espanha, com 24 biótipos, e a Austrália e Canada, com 22 biótipos. O Brasil possui apenas um biótipo confirmado (Heap, 1997).

A Tabela 01 apresenta o número de biótipos de plantas daninhas resistentes a diferentes grupos herbicidas. É importante observar que o glyphosate, apesar de ser um dos herbicidas mais utilizados, apresenta apenas um biótipo resistente, sendo considerado um herbicida de baixo risco à evolução de biótipos resistentes. O modo de ação, a estrutura química, o metabolismo limitado em plantas e a falta de atividade residual são apontadas

¹⁷ Ver nota de rodapé n.13

¹⁸ Os herbicidas pós-emergentes (POS) são aplicados posteriormente à emergência das plantas daninhas. Para atuarem, devem ser absorvidos pela parte aérea das plantas. A maioria dos herbicidas de POS também possuem ação residual ou de pré-emergência.

como razões para a improvável seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes (Heap, 1997).

Tabela 01 – Número de biótipos de plantas daninhas resistentes a diferentes grupos herbicidas no mundo.

Grupo herbicida	Princípio Ativo	Dicotiledoneas	Monocotiledoneas	Total	Nº de países
Triazinas	Atrazina	45	19	64	22
Inib. de ALS	Chlorsulfuron	41	9	50	13
Bipiridílios	Paraquat	19	7	26	12
Uréias/Amidas	Diuron	6	11	17	17
Auxinas	2,4-D	16	1	17	11
Inib. de ACCase	Diclofop	0	17	17	16
Dinitroanilinas	Trifluralina	1	6	7	5
Triazoles	Amitrole	1	3	4	2
Cloroacetamidas	Metalochlor	0	3	3	3
Tiocarbamatos	Triallate	0	2	2	3
Nitrilas	Bromoxynil	1	0	1	1
Glicinas	Glyphosate	0	1	1	1
Benzofurans	Ethofumesate	0	1	1	1
Organoarsenicais	MSMA	1	0	1	1
Ác. Carbônicos	Dalapon	0	1	1	1
Total	-	131	81	212	-

Fonte: Heap (1997)

A resistência das plantas daninhas aos herbicidas tem sido contornada com a adoção de técnicas adequadas de manejo que incluem rotação de princípio ativo do herbicida, rotação de culturas, mistura de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, controle cultural e cultivo mecânico, dentre outros.

Em síntese, podemos entender o sistema de PD como uma técnica de manejo para a conservação do solo. Esse sistema dispensa o tradicional preparo do solo (aração e gradagem), ficando a mobilização do solo restrita a linha de semeadura, diminuindo sensivelmente a taxa de erosão. Além da redução da erosão, o PD ao manter os restos vegetais na superfície do solo, proporciona outros benefícios, tais como o aumento do teor de matéria orgânica, o aumento da retenção de umidade do solo, o estímulo à microfauna benéfica do solo e a diminuição dos

picos de variação térmica. Apesar dos benefícios apresentados, o sistema de PD é bastante criticado pelos ambientalistas em função da sua dependência em relação ao uso de herbicidas. Alega-se que há maior utilização de herbicidas no sistema, o que aumenta os riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Contudo, a nosso ver, o sistema tornou-se mais seguro ao meio ambiente, porque, de modo geral, os produtos químicos utilizados são: (i) menos tóxicos à saúde humana do que os herbicidas tradicionalmente usados no plantio convencional; (ii) altamente adsorvidos pelas partículas do solo, diminuindo o risco de lixiviação; (iii) e redução da quantidade utilizada, através do uso sistemático da adubação verde e da rotação de cultura.

CAPÍTULO 2

2 - A ORIGEM DO PLANTIO DIRETO E A SUA INTRODUÇÃO NO BRASIL

2.1 - A ORIGEM DO PLANTIO DIRETO

As pesquisas que deram origem às técnicas do sistema de PD foram iniciadas em 1940, na Estação Experimental de Rothamsted, próximo de Londres (Inglaterra). Os pesquisadores demonstraram que as plantas podiam crescer muito bem em terra não trabalhada (revolvida), desde que a estrutura do solo estivesse adequada e as plantas se desenvolvessem livres da presença das ervas daninhas. Observou-se que as raízes das plantas, particularmente das perenes, são capazes de criar a sua volta um agregado de partículas de terra. Esses agregados, que melhoram a estrutura do solo, são dispersos, porém, em seu processo de preparação (aração e gradagem) (Schultz, 1978).

A confirmação da descoberta feita pelos cientistas em várias partes do mundo, aliado ao conhecimento de que as “práticas agrícolas modernas” estavam criando sérios problemas de erosão, acabou incentivando, em outros países, pesquisas direcionadas para um sistema de plantio que reduzisse o preparo do solo ou eliminasse a necessidade de arar.

Nos Estados Unidos, as primeiras experiências com o sistema de PD surgiram após a Segunda Guerra Mundial, durante a chamada Revolução Verde¹⁹. Nesse período, o governo norte-americano incrementou os financiamentos das pesquisas no meio agrícola com o intuito de aumentar a produtividade agrícola e do trabalho.

Dentre as pesquisas realizadas, algumas tinham a finalidade de desenvolver alternativas no sentido de diminuir as perdas do perfil fértil do solo, causadas pela erosão eólica no Sul do país, e responsáveis por uma queda da produtividade. Estas pesquisas baseavam-se na manutenção de uma cobertura morta sobre o solo para evitar o efeito nocivo dos ventos. Os resultados das pesquisas revelaram que a manutenção da palhada na superfície do solo não conseguia apenas evitar a erosão, mas também se constituía em um fator de

¹⁹ A Revolução Verde ficou conhecida como a generalização da monocultura com base em um processo de produção intensivo no emprego de tecnologias modernas, que foram desenvolvidas após a Segunda Guerra Mundial.

economia de combustível. Na época, temia-se um racionamento de óleo diesel, devido ao uso indiscriminado de veículos automotivos e à intensificação das atividades industriais nas cidades.

Com os resultados obtidos, o governo norte-americano incrementou as pesquisas nessa área, dando início, assim, às primeiras experiências sobre o cultivo de culturas anuais sem o revolvimento do solo (eliminação da aração e gradagens). Tais operações representavam quase metade do número de horas/máquinas trabalhadas em uma lavoura (Cervi, 1997).

As principais dificuldades encontradas pelos pesquisadores americanos e ingleses na nova técnica foram: (i) o lento aquecimento do solo na primavera com temperaturas inadequadas para a germinação das sementes; (ii) o controle das plantas daninhas e (iii) o desenvolvimento de máquinas capazes de plantar diretamente no solo não preparado.

As máquinas de plantio existentes na época foram desenhadas para semear em solo bem cultivado e livre de restos culturais, de modo que a força de penetração no solo e a capacidade de eliminação dos resíduos culturais não eram suficientes para trabalhar em solos não preparados. As novas máquinas deveriam ser capazes de cortar a vegetação e os restos de cultura anterior que permanecem na superfície do solo não movimentado e introduzir a semente na profundidade correta e suficientemente recoberta para favorecer a germinação.

As pesquisas para o controle das ervas daninhas foram direcionadas para o controle químico²⁰, ou seja, através da utilização de herbicidas. Porém, os herbicidas utilizados não apresentavam um bom desempenho, pois eram seletivos (eliminavam somente determinadas plantas) ou tornavam o solo inútil para a agricultura por meses seguidos, o que não só restringia a produção, como também prejudicava o solo, deixando-o exposto à ação erosiva provocada pelos ventos e pelas chuvas (Schultz, 1978).

Com o desenvolvimento das indústrias químicas, após a Segunda Guerra Mundial, diversas companhias passaram a pesquisar novos produtos para o controle das plantas daninhas, desencadeando uma grande evolução dos herbicidas. Em 1955, os cientistas da Estação Experimental de Jealott's Hill da Imperial Chemical Industries (ICI), na Inglaterra,

²⁰ O controle das plantas daninhas através de produtos químicos é realizado desde o final do século XIX, quando foram utilizados na Europa sais de cobre, ácido sulfúrico, sulfato de ferro e outros produtos no controle de dicotiledôneas nas culturas de cereais. No entanto o desenvolvimento do método de controle químico só foi possível a partir de 1941, com a descoberta do 2,4 D e MCPA na Inglaterra. Como o país estava envolvido na Segunda Guerra Mundial, a descoberta foi mantida em segredo e só em 1950, após a guerra, tornou-se um produto largamente utilizado no controle de plantas daninhas de folha larga (Rodrigues, 1985).

descobriram a molécula do paraquat. Em 1959, entrou no mercado a atrazina, herbicida utilizado para o controle das plantas daninhas na cultura do milho, mas o grande impulso para o desenvolvimento do sistema se deu em 1961, quando ocorreu o lançamento comercial do herbicida paraquat²¹.

O paraquat foi o primeiro herbicida de contato²² descoberto, o que provou uma grande impulso nas pesquisas em PD nos Estados Unidos e na Inglaterra. Por não ser um herbicida seletivo,²³ o paraquat permitia o controle de um número muito grande de ervas daninhas em estágio avançado de desenvolvimento, atuando tanto nas espécies de folhas largas (dicotiledoneas), como nas de folhas estreitas (monocotiledoneas).

Com a finalidade de assegurar o desenvolvimento do sistema, a ICI inglesa, simultaneamente ao lançamento do paraquat, montou um departamento para o desenvolvimento de máquinas para o plantio e de máquinas pulverizadoras para a aplicação de herbicidas, pois o desenvolvimento das máquinas, era um dos grandes empecilhos do sistema.

Ainda em 1961, começaram a ocorrer as primeiras demonstrações experimentais de PD nos Estados Unidos. As primeiras lavouras foram implantadas no ano seguinte pelo agricultor Harry Yong Jr.²⁴, em uma pequena área em sua propriedade no município de Herndon, no Estado de Kentucky, iniciando-se o processo de semeadura direta em lavouras nos Estados Unidos.

Em 1963, o pesquisador Shirley Phillips²⁵, em conjunto com Yong Jr., iniciou uma série de pesquisas com o sistema de PD no departamento de Agronomia na Universidade de Kentucky. Na fase inicial do sistema, a preocupação maior dos pesquisadores foi avaliar o efeito de vários sistemas de cultivo, desde o preparo convencional até a utilização de

²¹ O paraquat pertence ao grupo dos bipyridílios, que são herbicidas de absorção foliar, não translocáveis que, uma vez dentro da planta, e na presença de luz, clorofila, e oxigênio molecular, são responsáveis pela formação de água oxigenada (H₂O₂) em quantidades fitotóxicas, provocando a morte dos tecidos vegetais.

²² Herbicidas de Contato: são os herbicidas que são absorvidos diretamente pelos tecidos da planta que entraram em contato com o produto. Eles podem matar apenas os tecidos da planta que tiveram contato com o herbicida, ou podem matar a planta inteira, principalmente quando atingem o ponto de crescimento.

²³ Herbicidas Não Seletivos: são herbicidas que causam danos às culturas. Eles são aplicados nas folhas das plantas em área total. Em geral, são aplicados após a colheita de uma cultura e antes da semeadura da cultura subsequente.

²⁴ Harry Young Jr., engenheiro agrônomo, professor doutor da Universidade de Kentucky e um dos produtores pioneiros do PD nos Estados Unidos.

²⁵ Shirley Phillips engenheiro agrônomo, professor doutor na Universidade de Kentucky, é considerado o “pai do PD” nos Estados Unidos. Escreveu vários artigos, livros, promoveu vários seminários e áreas demonstrativas do sistema. Phillips teve também uma participação fundamental no desenvolvimento da tecnologia em PD a nível mundial.

polietileno preto para a cobertura do solo, no crescimento e na produção de grãos de milho (Moody et al. 1961, apud Sá 1997). Nos três primeiros anos de avaliação, a produtividade do milho no PD e no plantio convencional não apresentaram diferenças. Porém, nos anos seguintes, a produtividade do PD apresentou-se superior. Os resultados das primeiras experiências, realizadas entre 1960/65, causaram um grande impacto no meio científico²⁶ (Jones et al. 1968 apud, Sá 1997).

Em 1966 a empresa Allis-Chalmers lançou no mercado a primeira semeadora comercial especializada para o PD nos Estados Unidos. O lançamento da semeadora, aliada ao desenvolvimento do herbicida paraquat, permitiu a adaptação do sistema a diferentes culturas e regiões. A partir daí ocorreu um avanço nos estudos da semeadura direta na América do Norte, principalmente nos estados da Virgínia, Maryland, Delaware, Pennsylvania, Ohio e Kentucky (Globo Rural, 1996).

A partir dos anos 70, o PD difundiu-se rapidamente no Estado de Kentucky, onde foram realizadas as experiências iniciais dos anos 60, e nos estados da Carolina do Norte, Virgínia, Maryland e Sul de Illinois (Globo Rural, 1996).

A evolução do PD nos Estados Unidos na década de 70 pode ser observada na Tabela 02. A expansão acelerada do sistema só foi possível pela união dos diversos setores ligados à agricultura, como: agricultores, pesquisadores, extensionistas e por fim as indústrias, que passaram a produzir máquinas e herbicidas adaptados à nova tecnologia.

²⁶ O novo método rompeu com o velho conceito de revolvimento do solo, desenvolvido há séculos na Europa. Um fato interessante é que o novo sistema já era praticado pelos índios norte-americanos, que semeavam o milho em covas, sem o revolvimento do solo.

Tabela 02 – Desenvolvimento da área com plantio direto nas principais culturas nos Estados Unidos (mil hectares).

Cultura	Ano				
	1972	1974	1976	1977	1978
Soja	351	618	698	963	1044
Milho	837	1338	1868	1458	1512
Sorgo	57	92	118	154	162
Trigo	-	90	237	239	272
Total	1245	2138	2921	2814	2990

Fonte: ICI- COMPANHIA IMPERIAL DE INDÚSTRIAS QUÍMICAS DO BRASIL – Departamento Agrícola – Boletim Técnico, 1979.

Na Inglaterra e nos outros países da Europa, a técnica do PD praticamente não se desenvolveu (Tabela 03). Um dos fatores responsáveis pela não adoção do sistema é que, nesses países, o problema provocado pela erosão era menor. Problemas provocados pelo excesso de palha (produção de trigo acima de 10 ton/ha), dificuldades com as semeadoras e o aumento do número de pragas contribuíram ainda para a estagnação do sistema (Landers, 1999).

Tabela 03 – Evolução da área com plantio direto nos Estados Unidos e na Europa no período de 1974 a 1984, em hectares.

Países	1974	1984
Estados Unidos	2.200.000	4.800.000
Inglaterra	200.000	275.000
França	50.000	50.000
Holanda	2.000	5.000

Fonte: Derpsch (1984)

2.2 - O PLANTIO DIRETO NO BRASIL

O processo de introdução e desenvolvimento do PD no Brasil se deu de forma diferenciada nas duas principais regiões agrícolas do país (região Sul e Cerrados). Essas diferenças foram resultantes, principalmente, de dois fatores: o período de introdução e as condições climáticas.

O PD foi introduzido na região Sul do país no início dos anos 70, como uma técnica de conservação do solo para controlar a erosão. A evolução do sistema até o final dos anos 70 foi muito lenta, sobretudo em função da falta de pesquisas e assistência técnica, da dificuldade no controle das plantas daninhas e da ausência de semeadoras adaptadas ao sistema. A partir dos anos 80, com a evolução dos herbicidas, o avanço nas pesquisas e o desenvolvimento das semeadoras, o sistema de PD começou a se expandir na região.

Na região dos Cerrados, o sistema foi introduzido no início dos anos 80, mas a sua adoção mais intensa por parte dos produtores ocorreu somente a partir da década de 90, motivada principalmente pelas vantagens econômicas, ou seja, o menor custo de produção. A transposição do sistema de PD da região Sul para os Cerrados apresentou uma série de dificuldades, devido principalmente às condições climáticas. O inverno seco e relativamente quente da região não permitia o desenvolvimento das culturas de inverno utilizadas na região Sul, que apresenta invernos frios e chuvosos. Essa diferença climática exigiu mudanças fundamentais nas técnicas empregadas no Sul do Brasil, o que levaria ao desenvolvimento de tecnologia própria para a região.

Tendo em vista as especificidades apresentadas, o processo de introdução e desenvolvimento do PD no Brasil será analisado separadamente nas duas regiões. Nesse estudo, procuramos mostrar a participação dos agricultores no desenvolvimento do sistema e a conjunção de interesses formada pelos agricultores pioneiros e pelas indústrias de insumos agrícolas, as quais contavam com o apoio do Estado, que via no desenvolvimento do PD um importante meio de controle da erosão.

2.3 - O PLANTIO DIRETO NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Na região Sul do país a pecuária extensiva predominava como atividade agrícola até a década de 50, atividade que aos poucos foi cedendo lugar para a cultura do trigo. A partir da década de 70, com a expansão da cultura da soja, ocorreu um avanço em direção a áreas ocupadas por vegetação e pastagens naturais. Com isso, grandes extensões de solo foram aradas, gradeadas, calcariadas, adubadas e rapidamente convertidas ao cultivo do binômio soja-trigo.

Esta mudança alterou sensivelmente a base econômica da região em decorrência da montagem de uma infra-estrutura voltada para a produção e a comercialização destes dois produtos. A exploração destas culturas, principalmente a soja, exigiu investimentos maciços em insumos, especificamente adubos e corretivos, como também máquinas e implementos agrícolas (tratores, arados e grades).

O uso intensivo do solo, aliado às demais características edafoclimáticas da região, provocou uma degradação física e biológica dos solos em poucos anos, ocasionando um processo acentuado de erosão. Para a manutenção dos níveis de produtividade, eram necessárias reposições cada vez maiores de adubos e corretivos de modo a compensar as perdas de solo fértil pela erosão. Como a reposição não ocorria na mesma quantidade do que as perdas, em poucos anos os rendimentos das culturas estabilizaram-se ou diminuíram, apesar do aumento do custo de produção. O forte subsídio oferecido pelo governo mascarava o problema provocado pela erosão, tornando os agricultores menos sensíveis às técnicas de conservação de solo.

As primeiras citações brasileiras sobre a necessidade de uma agricultura baseada em sistemas conservacionistas datam de 1961, por Clibas Vieira e Russel D. Frazier. Eles descreveram as vantagens do sistema e concluíram que

“esta nova técnica de agricultura – o cultivo mínimo – não é usada no Brasil. Merece, por suas inúmeras vantagens, conforme verificação em outros países, ser estudada em nossas condições, porquanto é de se esperar que também no Brasil, ela venha a contribuir para uma agricultura mais rendosa e racional” (Vieira & Russel 1961, apud ICI 1979).

A primeira experiência em PD realizada no Brasil foi em 1969 quando a Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, através do Convênio MEC-USAID, importou uma semeadora da marca Buffalo dos Estados Unidos e, com ela, efetuou o plantio de sorgo sobre a resteva de inverno numa área de um hectare no posto agropecuário do Ministério da Agricultura, em Não-me-Toque/RS, sob a supervisão dos engenheiros agrônomos Newton Martins e Luiz Coelho de Souza. Logo após o plantio, o galpão que abrigava a semeadora incendiou-se, ficando totalmente danificada, o que impossibilitou a continuação dos experimentos (Borges, 1993; Globo Rural, 1996).

As primeiras experiências com PD que tiveram avanço significativo foram realizadas em instituições oficiais de pesquisa dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul no começo da década de 70. No Paraná, as primeiras pesquisas realizaram-se em 1971 na cultura do trigo, pela Missão Agrícola Alemã junto ao IPEAME/MA (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias Meridional do Ministério da Agricultura)²⁷ cuja sede era em Londrina. Um dos grandes responsáveis por essas experiências foi o pesquisador Rolf Derpsch²⁸.

Após o sucesso das experiências de 1971 com trigo no Norte do Paraná, o IPEAME iniciava, no fim do mesmo ano, o PD com a cultura da soja, na Estação de Ponta Grossa, sob a supervisão do pesquisador Milton Ramos. A partir de 1973 iniciaram-se também as experiências com a cultura do trigo em Ponta Grossa. No estado do Rio Grande do Sul, os trabalhos de pesquisa foram iniciados em 1971 na FECOTRIGO, em Cruz Alta, e em 1973, no Centro Nacional de Pesquisa do Trigo – CNPT/Embrapa, em Passo Fundo (Plantio Direto, 1997a).

Em 1971, deu-se início também às primeiras pesquisas por parte das empresas produtoras de agroquímicos, visando o desenvolvimento do PD no Brasil. A Empresa ICI do Brasil S/A²⁹ foi a pioneira. A companhia realizou um levantamento para ver as possibilidades com relação ao estabelecimento de um trabalho integrado de pesquisa e desenvolvimento no norte do Paraná. Após constatada a demanda, a companhia trouxe para o Brasil uma equipe de engenheiros agrônomos ingleses, que já possuía experiência em PD em outros países³⁰ e instalou um centro de pesquisa e desenvolvimento no município de Rolândia, que passou a ser a base da Companhia Imperial para o projeto de PD no Brasil.

Em agosto de 1972, a companhia iniciou um trabalho de cooperação com o IPEAME. A partir de 1973, a ICI já contava em sua equipe com engenheiros agrônomos brasileiros como Erivelton S. Roman, Nabuco D. Correa, Periguassú Dias, Gétulio Orlandini e Rubens Bemerguí, entre outros. Neste mesmo ano, a companhia iniciou as pesquisas para o desenvolvimento da semeadura direta no Rio Grande do Sul, através da implantação de experimentos em conjunto com FECOTRIGO e com o CNPT/Embrapa (Borges, 1993).

²⁷ No segundo semestre de 1972, o IPEAME transformou-se no IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná.

²⁸ Rolf Derpsch trabalhava no IPEAME, através do convênio de pesquisa da Missão Agrícola Alemã com o Ministério da Agricultura. Derpsch teve um papel preponderante no desenvolvimento de pesquisas sobre o PD no Brasil e na América Latina.

²⁹ Atualmente Zeneca Agrícola.

³⁰ Destaca-se entre outros pesquisadores Mike Barker, Brian Dwyer e T. L. Wiles.

Os resultados dos primeiros experimentos com PD no Brasil mostraram a possibilidade de utilização da técnica na região em diferentes condições de solo e clima (Tabela 04 e 05). Porém, em virtude do crédito rural farto e subsidiado, das perspectivas econômicas bastante favoráveis da cultura da soja e do fato do sistema ainda não estar totalmente adaptado às condições locais, as primeiras informações de pesquisa não foram aproveitadas pela maioria dos agricultores.

Tabela 04 – Rendimentos de trigo e soja em preparo convencional, mínimo e plantio direto, nos anos de 1971, 1971/72 e 1972. (Estação Experimental de Londrina 1971 - 1973)

Preparo do Solo	Trigo 71	Soja 71/72	Soja72/73	Trigo 73
Convencional ¹	1.213	3.346	2.538	1.888
Mínimo ²	1.340	3.410	-	2.045
Plantio Direto	1.400	3.225	2769	1.867

Fonte: Elaborada a partir dos dados de Ramos (1977).

^{1/} Aração e gradeação com grade leve

^{2/} Duas gradeações com grade leve

Produtividade (kg/ha) Solo (Latossolo roxo distrófico)

Trigo: variedade IAS 51 – Albatroz em 1971 e Lagoa Vermelha em 1973

Soja: variedade Davis em 1971/72 e Viçosa em 1972/73

Tabela 05 – Rendimentos de trigo e soja em preparo convencional, mínimo e plantio direto, nos anos de 1971, 1972 e 1973. (Estação Experimental de Ponta Grossa 1971 - 1973)

Preparo do Solo	Soja 71	Soja 72	Soja 73	Trigo 73
Convencional ¹	2.482	2.626	2.270	1.580
Mínimo ²	2.835	2.824	2.707	1.640
Plantio Direto	2.704	2.683	2.617	1.760

Fonte: Elaborada a partir dos dados de Ramos (1977).

^{1/} Aração e gradeação com grade leve

^{2/} Duas gradeações com grade leve

Produtividade (kg/ha) Solo (Latossolo vermelho escuro)

Trigo: variedade IAC 5 – Maringá

Soja: variedade Davis em 1971 e 72 e Hardee em 1973

O sucesso dos experimentos, principalmente no controle da erosão, atraiu a atenção de alguns produtores do estado do Paraná, o que deu início às primeiras lavouras comerciais com PD. O principal produtor nesse processo foi o alemão Arnold Herbert Bartz³¹, pelo fato de ter sido o único produtor que conseguiu vencer as dificuldades iniciais do sistema e pela importância que representou no desenvolvimento do PD no Brasil.

A história de Herbert Bartz com o PD começou em novembro de 1971, quando um temporal se abateu sobre a Região Norte do Paraná e a forte chuva e as enxurradas destruíram as culturas de verão que haviam sido plantadas há pouco tempo em sua propriedade, no município de Rolândia. Com a destruição de suas lavouras, Herbert Bartz procurou ajuda na Estação Experimental do IPEAME, que estava realizando os primeiros experimentos com PD. Herbert Bartz, auxiliado pelo pesquisador Rolf Derpsch, realizou um plantio mínimo ainda no ano de 1971, usando uma semeadora adaptada sobre uma enxada rotativa, mas não obteve sucesso em virtude da falta de equipamentos adequados. Herbert Bartz e Derpsch fizeram várias tentativas, mas não conseguiram reproduzir em maior escala o sucesso obtido nos experimentos (Plantio Direto, 1997a).

Herbert Bartz entrou em contato com a ICI e, convencido das vantagens do sistema, programou uma viagem à Europa e aos Estados Unidos, em maio de 1972, com a finalidade de ver o que havia de novidade em termos de lavouras e máquinas para o PD. Na Europa, Herbert Bartz esteve na Feira de Equipamentos Agrícolas em Hannover, na Alemanha, e visitou na Inglaterra produtores ingleses que já tinham experiência com PD. Visitou também a Estação Experimental da ICI em Fernhurst, onde conheceu protótipos de semeadoras de vários países, além de verificar as experiências que estavam sendo desenvolvidas há oito anos com o herbicida paraquat em PD. Devido à falta de equipamentos para o PD no Brasil, Herbert Bartz importou um chasis de uma semeadora Rotacaster com o objetivo de completá-la com acessórios nacionais para torná-la mais acessível em termos econômicos (Plantio Direto, 1997a).

Nos Estados Unidos, Herbert Bartz conheceu a ICI Americana em Lexington, no Estado de Kentucky, as estações experimentais que mediam a erosão do solo (Sediments Stations) e também duas personalidades importantes no país para o desenvolvimento do

³¹ Herbert Bartz nasceu no município de Rio Sul/SC em 1927 e com um ano de idade voltou com a família para a Alemanha, só retornando ao Brasil em 1960.

sistema de PD, o pesquisador Shirley Phillips e o produtor/pesquisador Harry Young Jr.³². Herbert Bartz ficou muito entusiasmado com o sistema nos Estados Unidos, o que o levou a importar uma semeadora da empresa Allis-Chalmers (Plantio Direto, 1997a).

No início do segundo semestre de 1972, a chegada das semeadoras (Allis-Chalmers), importadas por Herbert Bartz e Carlos Schlieper³³, incentivaram o debate a respeito das novas tecnologias.

Um dos pesquisadores convidados para o debate foi Glover B. Triplett Jr., do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Universidade de Ohio, Estados Unidos³⁴. Triplett Jr. possuía informações técnicas importantes sobre as diferenças entre PD e plantio convencional. Na sua passagem ao Paraná visitou diversos produtores na faixa entre Cornélio Procópio e Sertaneja, divulgando o sistema.

Nesse período, havia uma descrença geral com relação ao novo sistema, em função principalmente da tradição, por parte do produtor rural, no uso do preparo de solo, mas também porque parte dos próprios pesquisadores da região não acreditavam na sua eficácia e aplicabilidade. Os produtores, técnicos e pesquisadores alegavam que a topografia das lavouras brasileiras apresentava uma declividade muito maior do que a das lavouras americanas, além de não existirem semeadoras específicas para o PD no Brasil.

O alto custo com a importação de semeadoras também dificultava bastante a entrada no sistema. O custo total da semeadora, pela qual Herbert Bartz pagou 8.800 dólares nos Estados Unidos, acabou ficando em cerca de 17 mil dólares, pois, além de frete e seguro, ele teve que pagar uma taxa de 80% do seu valor em impostos, sob a alegação de que haviam similares nacionais (Plantio Direto, 1997a).

As primeiras lavouras de Herbert Bartz sobre PD apresentaram uma queda de produção de soja da ordem de 20% em relação ao método convencional. Essa queda de produção explica-se principalmente pela falta de experiência com o novo método, pelo desconhecimento da suscetibilidade de certas plantas daninhas aos herbicidas usados (paraquat

³² Shirley Phillips e Harry Youn Jr. – Ver notas de rodapé 24 e 25.

³³ Carlos João Schlieper produtor da região de Londrina que também dava seus primeiros passos em direção ao PD.

³⁴ Glover B. Triplett estava visitando o Brasil, através de um convênio com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) de Piracicaba, São Paulo.

e 2,4 D) e pelo desempenho da semeadora importada (Allis Chalmers), que não se adaptou à topografia e às condições do solo brasileiro³⁵.

Apesar da queda na produção, as primeiras lavouras sob PD de Herbert Bartz e de Carlos Schlieper³⁶ receberam apoio da instituição oficial de crédito (Banco do Brasil), cujos relatórios técnicos, feitos pelo engenheiro agrônomo Rubens Stresser, aprovavam a nova técnica em virtude do controle da erosão (Plantio Direto, 1997a).

Em 1974 a ICI começava os primeiros trabalhos de difusão do PD, para a sucessão trigo-soja no Norte e Oeste do Paraná e, a partir de 1975, no Planalto do Rio Grande do Sul. A política estabelecida pela companhia era manter uma concentração de produtores nas áreas onde a motivação e o conhecimento técnico fossem maior (Wiles & Guedes, 1975).

Em 1976, a ICI realizou um convênio com o IAPAR com a finalidade de assegurar o desenvolvimento do sistema, ameaçado pela falta de informações. As experiências com o PD foram ganhando espaço em outros centros de pesquisas. Em 1977 o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo - Embrapa) promoveu em Londrina a 1ª Reunião Brasileira de Pesquisa em Planto Direto, com a finalidade de avaliar os conhecimentos sobre o PD no Brasil. O encontro reuniu pesquisadores, extensionistas e agricultores pioneiros em PD, além de agrônomos das empresas produtoras de herbicidas (ICI e Monsanto) (Embrapa, 1977).

2.3.1 – O CASO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ

Um fator importante no desenvolvimento do sistema de PD no Brasil foi a sua introdução na região dos Campos Gerais do Paraná, que acabou-se transformando, alguns anos depois, em um dos principais pólos responsáveis pela criação e desenvolvimento de tecnologias para o PD no Brasil e na América do Sul.

Como em outras regiões do Brasil, a “explosão” da cultura da soja chegou aos Campos Gerais do Paraná no início da década de 70. A expansão da cultura acabou provocando sérios problemas de erosão, devido ao uso mais intensivo do solo. Antes da

³⁵ As produtividades nas lavouras de soja de Herbert Bartz permaneceram baixas até 1976, quando houve uma evolução da tecnologia. Com a evolução constante da tecnologia, aliada à melhoria na fertilidade do solo, a produtividade na cultura da soja e nas demais culturas foi alcançando patamares maiores, até a estabilização do sistema (Plantio Direto, 1997).

³⁶ Após algumas tentativas, Schlieper desistiu do sistema ao encontrar dificuldades no controle das plantas daninhas.

introdução da soja na região, utilizava-se o solo apenas para o cultivo de trigo no inverno. No verão, a área era utilizada para a pecuária, com o pastoreio das gramíneas que nela se instalavam. Com a introdução da cultura da soja, o solo passa a ser utilizado para o cultivo de duas culturas anuais (trigo no inverno e soja no verão). O plantio contínuo e intensivo da sucessão trigo-soja, aliado às condições naturais do solo da região³⁷, provocou sérios problemas de erosão, inviabilizando muitas áreas para a prática da agricultura.

O quadro degenerativo dos solos, acabou acarretando algumas reações importantes de diversos órgãos, como cooperativas agrícolas, Acarpa (Emater), entidades representativas dos produtores e técnicos e principalmente dos Bancos, que estavam sendo afetados financeiramente pelo problema da erosão³⁸. Como as lavouras eram financiadas, em caso de perdas provocadas pelas chuvas, o produtor solicitava ao Banco o seguro agrícola (PROAGRO), por perda total ou parcial da lavoura (Borges, 1993).

Por essa razão, os órgãos financiadores influíram na formação de um movimento conservacionista, que acabou resultando na criação da Associação Conservacionista de Ponta Grossa (ACPG) em 1973. A associação foi baseada num modelo já existente no município de Ijuí/RS. A ACPG era constituída de um corpo técnico que orientava os agricultores sobre como conservar o solo, através da locação de terraços e de outras técnicas e era o órgão responsável pela emissão de laudos de conservação de solo. Os laudos emitidos pela ACPG passaram a ser uma exigência do Banco do Brasil e dos demais agentes financeiros para a liberação das verbas de custeio e investimento³⁹ (Borges, 1993).

Esse mecanismo adotado pelos agentes financeiros ajudou a proteger os solos nos Campos Gerais do Paraná, mas em alguns casos extremos, como os de solos rasos e com declividade bastante acentuada, nem a locação de terraços de base larga conseguiram resolver o problema. Esse foi o caso do agricultor Manoel Henrique Pereira (Nonô Pereira), uns dos pioneiros em PD nos Campos Gerais.

Em 1975, Nonô Pereira recebeu em sua propriedade um agrônomo credenciado pela ACPG, que foi avaliar o funcionamento do sistema de conservação do solo adotado em sua propriedade. Uma área de 500 ha, formada por solos arenosos com declividades acima de

³⁷ Os Campos Gerais são formados em grande parte por solos arenosos, rasos e relevo com declividades acentuadas, características que tornam o solo da região altamente susceptível à erosão.

³⁸ Destaca-se o Banco do Brasil, principal agente financiador da época.

³⁹ Na verba de custeio, já vinha incluído o valor do custo da locação e construção dos terraços.

10%, apresentando o sistema de conservação de solo recomendado na época (terraços de base larga construídos em nível). Apesar da propriedade estar fazendo o manejo de solo recomendado pela assistência técnica, o técnico não forneceu o laudo de conservação. O técnico alegou que a erosão iria destruir tudo após a primeira grande chuva e que era para o agricultor não fazer mais agricultura e transformar toda a área de lavoura em pasto (A Granja, 1993).

Inconformado com a situação, Nonô Pereira começou a buscar alternativas que lhe diminuíssem os problemas de erosão, garantindo assim a sua condição de agricultor. Ele foi informado das vantagens do PD no controle da erosão pelos técnicos das empresas de herbicidas que o incentivavam a entrar no programa. Porém, com dúvidas ainda a respeito do método, o produtor procurou ajuda com o engenheiro agrônomo Américo Meinicke, extensionista da Acarpa. Meinicke, ao contrário da maioria dos técnicos, era bastante entusiasta com o sistema e forneceu a Nonô Pereira artigos traduzidos de revistas americanas sobre o PD nos Estados Unidos, tentando convencê-lo a entrar no programa.

Os artigos informavam como os agricultores estavam conseguindo diminuir os problemas de erosão através do plantio sem o revolvimento do solo. Nonô Pereira ficou bastante empolgado com a técnica, mas a decisão final de entrar no PD só aconteceu em julho de 1976, quando ele participou, em Londrina, de um curso de atualização técnica promovida pela OCEPAR (Organização das Cooperativas do Paraná). No curso, os técnicos do IAPAR deram depoimentos favoráveis ao PD, dando mais confiança a Nonô Pereira em relação ao sistema (Pereira, 1993).

Convencido então das vantagens do PD, Nonô Pereira, juntamente com mais 25 agricultores dos Campos Gerais, foi visitar a propriedade de Herbert Bartz para conhecer, na prática, o novo sistema. Os resultados mostraram-se convincentes para o agricultor que, no mesmo ano resolveu testar a nova técnica em uma área de 20 ha, plantando soja sobre a palhada de trigo. No ano seguinte foram plantados 200 ha com PD e, em 1981, em toda a propriedade.

Outro agricultor pioneiro, responsável pelo desenvolvimento do PD na região dos Campos Gerais, foi o holandês Franke Dijkstra⁴⁰. O primeiro contato de Dijkstra com o PD foi

⁴⁰ Frank Dijkstra é de nacionalidade holandesa, chegou no Brasil em 1947, com 5 anos de idade. Sua família se estabeleceu no município de Castro/PR, região dominada por imigrantes holandeses.

no começo da década de 70, através de artigos publicados em revistas americanas. Interessado pelo sistema, ele foi para os Estados Unidos em 1972 conhecer melhor o método. Nos Estados Unidos visitou propriedades na região de Cornwel, que estavam iniciando no sistema, mas não ficou satisfeito com os seus resultados, não se convencendo, portanto, sobre as suas vantagens (A Granja, 1996).

Com o desenvolvimento do PD no Brasil, Dijkstra ficou mais confiante no sistema e resolveu implantar o PD em sua propriedade em 1975, quando uma chuva muito forte tombou a cultura da soja instalada em sua propriedade e arrastou toda a camada arável do solo. Segundo Dijkstra, os problemas provocados pela erosão foram decisivos para a mudança no sistema de plantio, fazendo-o adotar o PD, mesmo com um custo de produção mais elevado devido ao maior consumo de herbicidas (A Granja, 1996).

Em 1976 Franke Dijkstra começou a realizar os testes com o PD em duas pequenas áreas, uma com 6 ha e outra com 5 ha. Os resultados dos testes foram positivos e, no ano seguinte, 50% da área plantada foi instalada no novo sistema. A outra metade da lavoura foi plantada no sistema convencional em virtude do grande número de valetas provocadas pela erosão. No ano de 1979, o sistema já atingia 100% da área plantada em sua propriedade (A Granja, 1996).

Nesse período os principais problemas enfrentados pelos agricultores eram a dificuldade no controle das plantas daninhas, a ausência de semeadoras adequadas para o PD e o atraso das pesquisas em relação a demanda dos agricultores. A medida em que as pesquisas foram avançando, e os problemas técnicos sendo solucionados, o sistema foi expandindo sua área no Sul do país. A partir dos anos 80 com a evolução dos herbicidas, com o desenvolvimento das semeadoras para o PD e com a diversidade de espécies para a cobertura de inverno, o sistema de PD encontrava-se praticamente calibrado para as condições edafoclimáticas da região Sul.

Os problemas técnicos no desenvolvimento do sistema de PD, o processo de difusão e a evolução da área e dos custos de produção serão discutidos no capítulo 3. No item seguinte, vamos analisar como foi o processo de introdução do PD na região dos Cerrados.

2.4 – O PLANTIO DIRETO NA REGIÃO DOS CERRADOS

A expansão da atividade agrícola comercial na região dos Cerrados foi promovida, principalmente, pelas políticas de desenvolvimento realizadas pelo Governo. Um dos principais programas de desenvolvimento para a região foi o POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados), que foi um programa formulado, executado e financiado pelo governo federal. O POLOCENTRO abrangeu parte dos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, com o intuito de incorporar 3,7 milhões de ha de Cerrados no período de 1975-1979. O programa caracterizou-se pelo apoio dado a cada proprietário de terra (apoio individual) numa dispersa e extensa área geográfica (Salim, 1981).

Ainda no período do II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento) outros programas, como o PADAP (Programa de Assentamento Dirigido ao Alto Paranaíba), PRODECER (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados) e PROALCOOL (Programa Nacional do Álcool), direcionaram recursos para os Cerrados, atendendo a interesses e objetivos específicos. Destes programas, o mais relevante foi o PRODECER, destinado à produção de grãos, numa relação mista de financiamento com a utilização de capital público e privado brasileiro e japonês. O programa visava transformar os Cerrados em uma área estratégica de suprimento de commodities agrícolas, que se concretizou principalmente com a cultura da soja (Shiki, 1995).

A estratégia política do governo era a ocupação produtiva dos Cerrados, substituindo as técnicas tradicionais e primitivas de manejo dos solos por técnicas modernas. O modelo então adotado foi baseado nas tecnologias da revolução verde, que se caracterizavam pela combinação de tecnologias mecânicas, biológicas e químicas. Esta implantação foi favorecida pelas condições físicas e econômicas da região, haja visto que os Cerrados possuem grandes chapadas, com solos profundos que favorecem o desenvolvimento de tecnologias de mecanização em grande escala. Até então, a falta de opção econômica para os Cerrados manteve os preços da terra mais acessíveis que o da região Sul, causando uma migração importante de agricultores familiarizados com o modelo intensivo, facilitando a sua expansão (Shiki, 1995).

A expansão da agropecuária revelou-se altamente dinâmica, apresentando uma intensificação na produção de velhos produtos ao lado da diversificação e introdução de novos

produtos, obtendo-se assim uma taxa média de crescimento bastante alta (Shiki, 1995). Por outro lado, o avanço da agricultura modernizada trouxe, como consequência, a degradação de extensas áreas nos Cerrados.

O conhecimento insuficiente da região criou o falso conceito de que o relevo plano ou suavemente ondulado das terras dos Cerrados, associado às suas boas propriedades físicas (alta porosidade, alta taxa de infiltração, etc.), aparentemente, possibilitaria a prática de uma agricultura intensamente mecanizada, sem os riscos de erosão. Dessa forma, os agricultores adotaram pouca ou nenhuma precaução em relação às técnicas de manejo e conservação do solo e água.

No entanto, a realidade, alguns anos depois, mostrou-se bastante diferente. A utilização intensiva dos solos com a monocultura da soja, acabou provocando a diminuição da sua matéria orgânica e a sua desestruturação física, diminuindo a capacidade de infiltração e retenção de água. A desestruturação física provocada pelo preparo convencional, associado à ocorrência de grandes chuvas em um curto espaço de tempo, comuns na região, acabaram estabelecendo condições de intensa erosividade aos solos, principalmente, nas fases iniciais do estabelecimento das culturas, quando estes se encontram bastante desprotegido. Nem mesmo a construção de terraços nas áreas de plantio conseguiu evitar a erosão, que ocorre no espaço entre os terraços, quando se verificam chuvas de alta intensidade. O Gráfico 02 mostra que os valores máximos do Índice de Erosividade (EI_{30}) ocorre justamente na fase em que o solo encontra-se desagregado e sem cobertura.

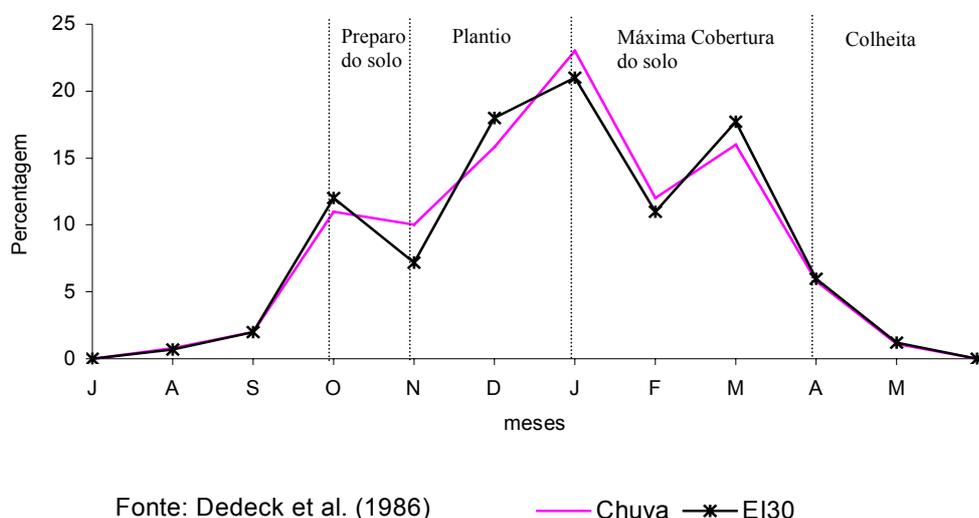


Gráfico 02 – Distribuição Percentual da chuva e do fator EI₃₀ (erosividade da chuva) na região dos Cerrados

Os problemas provocados pela erosão começaram a se agravar a partir do começo da década de 80. O aumento da taxa de erosão coincidiu com a redução dos subsídios do crédito de custeio, o que elevou o custo real dos fertilizantes minerais. Com o aumento da taxa de erosão e a diminuição dos subsídios do crédito de custeio, a erosão tornou-se mais visível pelos agricultores, tornando-os mais receptivos às técnicas de conservação de solo (Romeiro, 1998).

A necessidade de proteger os solos da erosão levou um grupo de agricultores familiarizados com o sistema de PD no Sul do país a introduzi-lo nos Cerrados no começo dos anos 80⁴¹. Uma das primeiras experiências na região foi realizada pelo agricultor Eurides Penha no município de Rio Verde/GO, em 1981, numa área de 200 ha de soja em palha de soja. No ano seguinte, o agricultor Ricardo Merola, iniciou-se no sistema com safrinha de sorgo (após soja) e trigo (após milho) em Santa Helena de Goiás. Em 1983, John Landers realizou em Morrinhos/GO experiências com o plantio de girassol em safrinha, seguido com milho e soja no verão em palhas diversas. Nesse mesmo ano, o sistema foi introduzido em

⁴¹ Grande parte dos agricultores pioneiros em PD nos Cerrados tiveram contato com o sistema na região sul, antes de imigrarem para os Cerrados.

Minas Gerais, pelo agricultor Enary Seibt em Iraí de Minas, com plantio de soja sobre palha de soja (Landers, 1994).

No entanto, a evolução do sistema na região foi muito lenta, porque a transposição do PD da região Sul para os Cerrados apresentou uma série de dificuldades, sobretudo em função das condições climáticas⁴² (Landers, 1996). Produtores, técnicos e pesquisadores argumentavam que o inverno seco e relativamente quente da região não permitia o desenvolvimento das culturas de inverno utilizadas na região Sul, que apresenta invernos frios e chuvosos.

Outro questionamento, freqüente na época, era de que as condições climáticas locais (altas temperaturas, disponibilidade de umidade e uma microbiota diversificada) levavam a um intenso processo de decomposição da matéria orgânica, numa taxa muito mais elevada do que ocorria na região Sul, impossibilitando a obtenção de uma quantidade mínima de palha necessária pelo sistema. Portanto, não havia perspectivas para o desenvolvimento de culturas alternativas para formação de palha, adubação verde e rotação de culturas, que certamente levariam à viabilização do sistema.

Assim, no começo da década de 80, acreditava-se que o sistema de PD não poderia se desenvolver nos Cerrados como acontecia na região Sul. Somente a partir da metade da década é que começa a haver um investimento mais sistemático em pesquisas, visando a adaptação da tecnologia às condições da região. O primeiro passo foi identificar espécies alternativas que pudessem se desenvolver no período de inverno (3 a 4 meses sem chuvas) e possibilitassem a formação de palha necessária para o sistema.

A prioridade na seleção das espécies de cobertura baseava-se no rápido estabelecimento, tolerância ao déficit hídrico, produção de biomassa, disponibilidade de sementes, fertilização e reciclagem de nutrientes, e utilização humana e animal (Spehar, 1996). As espécies também deveriam ser mais resistentes à decomposição, pois a cobertura morta se degrada muito rápido nos Cerrados, deixando os solos desprotegidos antes que as lavouras comerciais atinjam um bom estágio de desenvolvimento.

⁴² A temperatura na região dos Cerrados é pouco variável durante o ano, registrando-se em julho as médias mais baixas e em setembro, as mais altas. A amplitude das médias varia entre 22 °C, ao sul da região, e 27 °C ao norte. A precipitação pluviométrica anual apresenta uma amplitude entre 800 e 2400 mm, com média de 1500 mm, sendo que em 65% da superfície dos Cerrados, chove entre 1200 e 1600 mm anuais e em 86% dessa superfície, a precipitação varia de 1000 a 2000 mm. Entretanto, a distribuição desta precipitação é irregular, caracterizando

A seleção das espécies para a cobertura de inverno apresentou grande dificuldade em virtude da existência nos Cerrados de microrregiões com diferenças climáticas acentuadas, obrigando a pesquisa a identificar espécies adaptáveis a essas microrregiões.

Enquanto a pesquisa não encontrava espécies alternativas, os próprios agricultores foram fazendo adaptações ao sistema. Os agricultores deixavam os restos da cultura de verão provenientes da colheita sobre o solo. A palhada, formada pelos restos culturais, completava-se depois com a emergência das plantas daninhas, posteriormente dessecadas com o uso de herbicidas. Depois de alguns dias, realizava-se o plantio. Esse procedimento recebeu a denominação de PD no mato ou “Diretão”, devido ao fato desse sistema não apresentar cultura de inverno.

O PD no mato apresentava uma série de deficiências devido à sua rusticidade. A ausência de competição entre as plantas daninhas com culturas no período do inverno provocava a perenização e abundante produção de sementes de algumas espécies, bem como a formação de cobertura com vários estratos dificultando o controle das invasoras e provocando um maior consumo de herbicidas (Globo Rural, 1994).

A qualidade e a quantidade da cobertura morta obtidas nesse sistema eram muito variáveis, e nem sempre o solo ficava bem protegido durante a estação seca. A distribuição irregular das plantas daninhas na área originava, após a dessecação, uma palhada desuniforme, havendo áreas onde ela propiciava uma boa cobertura do solo e áreas praticamente descobertas, deixando o solo praticamente exposto⁴³.

Nesse período, o PD apresentou uma pequena expansão da área plantada, mas era comum a desistência de agricultores depois de alguns anos no sistema, devido ao alto custo no controle das espécies perenes e sucessivas reinfestações das plantas daninhas na área. Esse sistema, apesar do baixo nível tecnológico, ainda é utilizado nos dias de hoje principalmente nas microrregiões onde o período de chuva é mais curto e a evapotranspiração mais elevada, impossibilitando assim a formação de culturas de inverno.

duas estações bem distintas: a chuvosa, que se estende de outubro a março, e a seca, que se estende de abril a outubro (Adamolli et al., 1986).

⁴³ A qualidade da cobertura morta depende das espécies invasoras predominantes na área, se a predominância for de espécies de folhas estreitas, como o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), braquiária (*Brachiaria sp.*) e carrapicho (*Cenchrus echinatus*), a cobertura será de boa qualidade e durabilidade. Por outro lado, se as invasoras predominantes forem de espécies de folhas largas como o picão (*Bidens pilosa*) e o mentrasto (*Ageratum conyzoides*), a cobertura irá se decompor poucos dias após a dessecação (Globo Rural, 1994).

O estágio seguinte na evolução do PD foi o cultivo mínimo. Nesse sistema, era realizado um preparo parcial do solo, entre a colheita de verão e o novo plantio, com a finalidade de revolver o solo, deixando-o suficientemente macio para ser semeado com máquinas de plantio convencional e também para eliminar as plantas daninhas perenizadas, permitindo assim um controle eficiente das plantas daninhas a um custo compatível (Scaléa, 1998).

A palhada obtida nesse sistema apresenta uma melhor uniformidade do que no PD no mato, pois o preparo parcial do solo provoca uma germinação mais uniforme das plantas daninhas, produzindo uma cobertura mais bem distribuída. Entretanto, a qualidade da palha ainda não era satisfatória.

O cultivo mínimo permitiu ao agricultor uma redução no consumo de herbicidas dessecantes: o fato das plantas daninhas presentes na área serem novas, facilita o seu controle, resultando em custos menores. Esse sistema ainda continua sendo utilizado pelos agricultores na região dos Cerrados, em virtude das condições climáticas e da facilidade de manejo (Scaléa, 1998).

O PD nos Cerrados foi evoluindo à medida que as pesquisas avançavam na identificação de espécies capazes de proporcionar uma boa cobertura no inverno. No final dos anos 80 e início dos anos 90, as pesquisas identificaram que algumas culturas como aveia preta, nabo forrageiro, sorgo e milheto poderiam ser utilizadas para a cobertura do solo, no inverno, nas regiões com regimes pluviométricos mais favoráveis a culturas nessa estação, dando origem ao PD com culturas de cobertura.

A utilização de culturas de inverno resolveu em grande parte os problemas de obtenção da cobertura morta e controle das plantas daninhas. A cobertura obtida nas culturas de inverno contribuiu para a redução da população das plantas daninhas na entressafra, através do efeito físico e alelopático, diminuindo sensivelmente o consumo de herbicidas e, conseqüentemente, o custo de produção.

O aparecimento de cultivares mais precoces para a cultura de verão permitiu, em algumas microrregiões dos Cerrados, o desenvolvimento de uma outra cultura depois da colheita da safra de verão, denominada de safrinha. A safrinha só se tornou possível nos Cerrados com a implantação do sistema de PD, por permitir a antecipação da semeadura da segunda safra, aumentando assim as possibilidades da cultura em receber as últimas chuvas de

verão. No sistema de plantio convencional, as operações de preparo do solo (arações e gradagens) atrasam o plantio da segunda safra, inviabilizando a safrinha.

A cultura da safrinha pode ser aproveitada com finalidade comercial (grãos), na alimentação do gado na época de entressafra ou simplesmente na produção de cobertura vegetal para proteção do solo. As culturas mais indicadas para o plantio após a colheita da soja são o milho, o sorgo, o girassol, o milheto, o nabo forrageiro, o trigo e a aveia preta (sendo as duas últimas indicadas somente para as microrregiões onde o regime das chuvas é mais favorável). Após a cultura do milho, as culturas recomendadas são a aveia, o girassol, o milheto e o nabo forrageiro (Broch et al., 1997).

A área com plantio de safrinha tem aumentado bastante nos últimos anos principalmente nas regiões que apresentam condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da segunda safra. Na região Centro-Oeste, a produção do milho safrinha apresentou um crescimento de 66,1% ao ano, no período de 1991 a 1997. A produção, que em 1991 era de apenas 0,1 milhões de toneladas, em 1997 atingiu 2,1 milhões de toneladas (Tabela 06).

Essa alta taxa de crescimento deve-se à crescente adoção do PD na cultura da soja, que favorece a cultura do milho como cobertura de solo no inverno. O milho, além do valor comercial, fornece uma grande quantidade de matéria orgânica para a cobertura do solo. A palhada do milho apresenta uma excelente qualidade por ser de difícil decomposição, garantindo assim a manutenção da cobertura morta no sistema de PD.

Como a cultura da safrinha é mais sujeita ao risco climático, os produtores não realizam grandes investimentos, seja em sementes, fertilizantes ou herbicidas. Em decorrência da redução na utilização dos insumos e das condições climáticas, a produtividade da safrinha é menor do que na primeira safra (Tabela 06).

Tabela 06 – Quantidades produzidas e produtividade da cultura do milho na 1ª e 2ª Safra, na região Centro-Oeste – 1990 a 1997.

Anos	Quantidade Produzida (milhões t)		Produtividade (t/ha)	
	1ª Safra	2ª Safra ¹	1ª Safra	2ª Safra ¹
1990	3,3	-	2,2	1,9
1991	4,4	0,1	2,9	1,7
1992	4,4	0,2	3,1	1,7
1993	3,9	0,4	3,3	1,4
1994	4,8	0,9	3,7	1,6
1995	5,4	1,0	4,0	2,0
1996	5,6	1,1	4,0	2,0
1997	5,7	2,1	4,2	2,5

Fonte: Helfand & Rezende (1998) modificado pelo autor

^{1/} 2ª safra = safrinha

Outra diversificação do PD nos Cerrados é o PD com safrinha e cobertura. Esse sistema é adotado quando as culturas de safrinha são caracterizadas pela pouca produção de palha, como no caso da soja e do feijão. O sistema é muito semelhante ao PD com safrinha, com a diferença de que para aumentar a cobertura morta utiliza-se uma cultura específica para a produção de massa no fim do período seco.

Mesmo com a evolução da tecnologia para o PD nos Cerrados, o sistema ainda é adotado em diferentes níveis tecnológicos, tendo em vista principalmente a heterogeneidade das condições climáticas (quantidade e distribuição de chuva) e o grau de tecnificação dos agricultores. As alternativas do PD utilizadas na região dos Cerrados encontram-se resumidamente no Quadro 2.

Em resumo, as primeiras experiências que deram origem ao sistema de PD nos Estados Unidos surgiram após a Segunda Guerra Mundial, durante a chamada Revolução Verde, mas as pesquisas só ganharam impulso a partir de 1961, com a descoberta do herbicida de contato paraquat. No Brasil, o PD foi introduzido no início dos anos 70 no Sul no país, como uma alternativa de manejo de solo para a redução da taxa de erosão. O processo de desenvolvimento do PD no Sul do Brasil e na região dos Cerrados apresentou grandes diferenças. Na primeira, o processo foi centrado no ajuste dos equipamentos e insumos. Na segunda, como o sistema foi introduzido mais tarde, os ajustes se deram principalmente no sistema de manejo, através da adaptação de espécies de plantas capazes de produzir cobertura

morta no inverno. Portanto, a introdução do PD no Brasil ocorreu principalmente em função, de obter um menor impacto ambiental do sistema, ou seja, buscando-se a redução da taxa de erosão.

Quadro 2 - Alternativas do sistema de plantio direto para a região dos Cerrados e as operações necessárias em cada sistema.

Plantio Direto no Mato	
Cobertura	cultura de verão anterior mais ervas invasoras
Operações	até maio – colheita da cultura de verão maio a outubro – repouso e desenvolvimento de ervas daninhas outubro a dezembro – aplicação de herbicidas dessecantes e plantio
Cultivo Mínimo	
Recomendação	quando o excesso de plantas daninhas perenes dificulta o PD no Mato
Cobertura	sementeira de mato dessecada, mais uniforme pelo preparo convencional
Operações	até maio – colheita da cultura de verão maio a agosto – repouso agosto – preparo parcial do solo setembro a outubro – desenvolvimento de nova sementeira de mato outubro a dezembro – aplicação de herbicidas dessecantes e plantio
Plantio Direto com Safrinha	
Cobertura	palhada da cultura de verão mais a resteva da safrinha
Operações	fim de janeiro a início de abril – colheita da cultura de verão fevereiro a julho – exploração da safrinha julho a setembro – repouso outubro em diante – aplicação de herbicidas dessecantes e plantio
Plantio Direto com Safrinha e Cobertura	
Recomendação	no caso do plantio na safrinha de soja e feijão que não produzem palhada suficiente
Cobertura	palhada da cultura de verão e da cultura utilizada para produção de massa
Operações	fim de janeiro até meados de fevereiro – colheita da cultura de verão fevereiro a julho – exploração da safrinha agosto a setembro – plantio da cultura para produção de massa outubro em diante – aplicação de herbicidas dessecantes e plantio

Fonte: Scaléa (1998), modificado pelo autor

CAPÍTULO 3

3 - O PROCESSO DE EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Para compreendermos o processo de evolução do sistema de PD no Brasil, analisaremos quatro períodos. A definição dos períodos foi baseada nos seguintes fatores determinantes: o desenvolvimento das inovações tecnológicas, a variação dos custos de produção e a evolução da área com PD.

3.1 - 1º PERÍODO – INTRODUÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (1972-1978)

Conforme apresentamos no capítulo anterior, o sistema de PD foi introduzido no Brasil como uma alternativa de manejo do solo para o controle da erosão. As primeiras experiências foram desenvolvidas no início da década de 70 em órgãos oficiais de pesquisa nos estados do Paraná (IPEAME – Londrina) e Rio Grande do Sul (FECOTRIGO - Cruz Alta; CNPT/Embrapa - Passo Fundo); e também pela empresa produtora de agroquímico ICI do Brasil S/A. Nesse período o PD também foi introduzido em lavouras comerciais no estado do Paraná e posteriormente no Rio Grande do Sul.

As primeiras pesquisas foram desenvolvidas em sistema de cooperação entre os órgãos oficiais e a ICI, e foram direcionadas principalmente para estudar (i) os efeitos dos sistemas de preparo reduzido do solo no controle da erosão e no aumento da produtividade das culturas, (ii) os níveis de fertilizantes na produtividade e (iii) o controle de plantas daninhas.

O fato do PD ter sido introduzido simultaneamente nas pesquisas e no campo acabou gerando uma carência de informações técnicas no início do sistema. A obtenção de dados confiáveis sobre qualquer tecnologia nova demanda determinado tempo de pesquisa. A geração de informações técnicas sobre a adaptação do sistema de PD para as condições brasileiras apresentou portanto certa defasagem de tempo em relação à expectativa criada pelos produtores pioneiros no sistema.

Os maiores obstáculos enfrentados pelos agricultores pioneiros no PD foram a ausência de semeadoras apropriadas para o plantio e a dificuldade no controle das plantas

daninhas. Esses dois fatores eram apontados como limitantes para a adoção e continuação do sistema.

A disponibilidade e eficiência de diferentes tipos de máquinas de plantio em diversas condições de solos e culturas mostrou-se também um grande problema a ser resolvido. As semeadoras existentes no Brasil possuíam sérias limitações, principalmente quanto à capacidade de operarem em áreas com palha em superfície e com baixa eficiência operacional. As semeadoras específicas para o sistema apresentavam um alto custo de aquisição e uma deficiência em peças de manutenção por serem, em sua maioria, importadas.

A primeira semeadora brasileira desenvolvida para o PD foi a Rotacaster. Ela começou a ser produzida a partir de 1975, pela Fábrica Nacional de Implementos (FNI). Nesse período a Rotacaster foi utilizada pela maioria dos agricultores pioneiros, nas suas primeiras experiências com o PD.

Apesar de ter sido bastante utilizada no início, a Rotacaster não mostrava um bom desempenho, apresentando uma série de problemas, tais como: (i) não acompanhava as ondulações do terreno, ocasionando uma má colocação do adubo e da semente; (ii) era muito pesada para o sistema hidráulico dos tratores da época, o que acabava ocasionando danificações nos tratores; (iii) possuía uma pequena capacidade de carga para a semente e o adubo, exigido reabastecimentos freqüentes. Face a esses problemas, a Rotacaster foi logo abandonada.

Na tentativa de reverter o quadro que se verificava, com a falta de equipamentos adequados, as empresas fabricantes de insumos, órgãos de pesquisas e fabricantes de máquinas nacionais começaram a desenvolver estudos e aprimoramentos nessa área. Porém, uma das primeiras soluções para os problemas veio por intermédio dos próprios agricultores, que foram fazendo adaptações nas máquinas em suas propriedades.

Nesse sentido, uma experiência bem sucedida foi realizada por Franke Dijkstra⁴⁴, que adaptou uma semeadora da Semeato (PS-6)⁴⁵, empregando os discos duplos da semente para fazerem o corte. A semeadora adaptada foi utilizada na semeadura direta de soja sobre a palhada de trigo, obtendo resultados satisfatórios. Posteriormente, vários agricultores dos Campos Gerais fizeram essa adaptação em sua propriedade.

⁴⁴ Franke Dijkstra - Ver página 35

⁴⁵ A PS é uma semeadora de Precisão de 6 ou 8 linhas (PS-6 ou PS-8) destinada à semeadura de soja, feijão, milho, algodão, amendoim e outras sementes graúdas.

Em 1977, a ICI firmou um convênio com o CNPT/Embrapa para o desenvolvimento de máquinas para o sistema de PD. Para iniciar as pesquisas, o centro importou protótipos de semeadoras que acabaram se tornando, mais tarde, as matrizes dos equipamentos disponíveis hoje no mercado. O centro realizou as pesquisas de forma integrada com os agricultores. O produtor Herbert Bartz foi convidado para fazer parte do Conselho Assessor da Embrapa, porque, além de ser um dos agricultores pioneiros em PD, ele demonstrou ter uma grande capacidade de fazer adaptações em máquinas agrícolas⁴⁶.

Além do empecilho com as semeadoras, os agricultores enfrentaram outro grande problema: a dificuldade em se controlar as plantas daninhas em solo não revolvido, sobretudo em virtude da pouca disponibilidade de herbicidas, capazes de realizar um controle eficiente das invasoras.

Nesse período, o principal herbicida utilizado foi o paraquat, adotado durante praticamente toda a década de 70, constituindo-se o principal herbicida no sistema de PD. Apesar de ter sido bastante utilizado, ele apresentava algumas deficiências no controle de algumas espécies. O paraquat era aplicado isoladamente ou associado ao herbicida 2,4 D, para a dessecação das plantas daninhas antes da implantação da cultura. Esse tratamento permitiu a eliminação de um grande número de espécies presentes na área. Entretanto, algumas plantas daninhas anuais mais desenvolvidas e algumas espécies perenes sofriam apenas um desfolhamento. Posteriormente, essas plantas rebrotavam, o que acabava contribuindo para a perenização dessas espécies. Com isso, essas espécies conseguiam se reproduzir com facilidade, passando a ocupar extensas áreas em poucos anos (Velloso & Souza, 1993). A pesquisa tentava contornar tais problemas através de ensaios para verificar qual a melhor dosagem de herbicida a ser utilizado. A pouca diversidade de herbicidas disponíveis no mercado acabava porém dificultando as pesquisas.

Outra dificuldade enfrentada pelos agricultores era o controle das plantas daninhas que emergiam junto com a cultura ou logo após o seu estabelecimento, devido à inexistência de produtos seletivos (capazes de afetar as plantas daninhas, sem prejudicar a cultura), e da impossibilidade de capinas mecanizadas através do uso de cultivadores.

⁴⁶ Herbert Bartz, antes de voltar com a família para o Brasil, fazia o curso de Engenharia Hidráulica na Universidade de Aachen, na Alemanha. Ele acabou sendo requisitado também para assessorar empresas de máquinas e implementos agrícolas.

A dificuldade no manejo das plantas daninhas acabou tornando-se um empecilho para a continuação do sistema. Os agricultores, após um período de três a quatro anos de implantação, abandonavam o sistema em virtude principalmente das dificuldades enfrentadas no controle das invasoras (Ruedell, 1985).

Na tentativa de resolver os gargalos técnicos do sistema, a ICI realizou um convênio de pesquisa com o IAPAR em 1976. O projeto de pesquisa tinha como objetivo fazer uma avaliação agronômica e econômica do sistema de PD. A avaliação agronômica envolvia pesquisas sobre adubação, calagem, herbicidas, rotação de culturas, etc. A avaliação econômica estava baseada na comparação dos custos de produção entre o sistema de PD e o plantio convencional.

As primeiras informações técnicas geradas pelas pesquisas sobre o sistema de PD relacionavam-se à sua alta eficiência no controle da erosão. A partir desses resultados, o PD passou a ser difundido pelo seu aspecto conservacionista. Em 1974, a ICI começava os primeiros trabalhos de difusão do sistema de PD para a sucessão trigo-soja no Norte e Oeste do Paraná e, a partir de 1975, no Planalto do Rio Grande do Sul.

A política de difusão estabelecida pela empresa era apoiar os agricultores pioneiros no sistema, mantendo uma concentração de produtores nas áreas onde a motivação e o conhecimento técnico fosse maior (Wiles & Guedes, 1975). Com essa política de difusão, o PD foi se expandindo nas áreas de atuação da ICI (Tabela 07).

Tabela 07 – Área com plantio direto nas culturas da soja e trigo, nos municípios de atuação da ICI no estado do Paraná em 1975.

Regiões	Soja 1974/75		Trigo 1975	
	Área (ha)	Nº de Propriedades	Área (ha)	Nº de Propriedades
Ourinhos	3.833	23	1.114	34
C. Procópio	1.133	18	816	26
Londrina	1.176	12	1.651	22
Maringá/ C. Mourão	1.488	27	1.956	42
Cascavel	588	5	1.685	15
Ponta Grossa	576	4	494	7
Total	8.794	89	7.716	146

Fonte: Wiles & Guedes, 1975 (modificado pelo autor).

OBS: (1) Fazendas sob a orientação técnica dos agrônomos da ICI

(2) Em diversos municípios, nem todas as áreas de soja em PD foram utilizadas com trigo em PD, porque os maiores problemas de erosão aconteciam na cultura da soja e muitos produtores aproveitavam a época do trigo para fazer a correção da acidez e melhorar o nivelamento do solo.

O norte do Paraná foi a primeira região em que os produtores começaram a receber incentivos maiores por parte das empresas. Isto se deu em virtude do nível tecnológico desses produtores e da localização do centro de pesquisa do IAPAR, em Londrina. Com o avanço das pesquisas no IAPAR, a ICI intensificou a difusão do sistema na região. No entanto, apesar do esforço das empresas em difundir o PD, os agricultores da região apresentavam uma resistência ao novo sistema de plantio, em função do tipo e da qualidade do solo.

A região norte do estado é formada principalmente por solos de alta fertilidade e alto teor de argila, o que lhe confere uma resistência maior à erosão, quando comparado aos solos arenosos. Como o principal mecanismo de difusão do sistema de PD era a eficiência no controle da erosão, e a região não apresentava graves problemas, os produtores acabaram não se interessando muito pelo sistema. Também contribuíram para o desinteresse dos agricultores o fato de que as características físicas do solo (argiloso) dificultavam o uso das semeadoras de PD utilizadas na época, bem como o alto custo de produção do novo sistema, em virtude de um consumo maior de herbicidas.

Na região dos Campos Gerais, conforme dissemos anteriormente, a introdução do binômio soja-trigo provocou sérios problemas de erosão, por causa do uso mais intensivo do solo. O quadro degenerativo dos solos acabou acarretando algumas reações importantes de

diversos órgãos, entre eles, os bancos, que estavam sendo afetados financeiramente pelo problema da erosão. Por essa razão, os órgãos financiadores influíram na formação de um movimento conservacionista, que acabou resultando na fundação da Associação Conservacionista de Ponta Grossa (ACPG), constituída por um corpo técnico responsável pela emissão de laudos de conservação de solo.

Os laudos emitidos pela ACPG passaram a ser uma exigência do Banco do Brasil e dos demais agentes financeiros para a liberação das verbas de custeio e investimento. A adoção desse mecanismo pelos agentes financeiros permitiu uma maior proteção aos solos nos Campos Gerais do Paraná. Em alguns casos extremos, como os de solos rasos e com declividade bastante acentuada, porém, nem mesmo as locações de terraços de base larga conseguiram resolver o problema, o que impediu a emissão de laudos para os agricultores dessas áreas, que foram aconselhados a abandonar a agricultura e transformar toda a área em pastos.

Com o agravamento da erosão em suas propriedades, e com a pressão exercida pelos órgãos financiadores, os agricultores dos Campos Gerais, ao contrário dos agricultores do norte do estado, tornaram-se receptivos às novas alternativas de manejo para o controle da erosão. As empresas percebendo a demanda dos agricultores por novas alternativas para o controle da erosão, começaram a incentivar com mais afinco a adoção do PD nos Campos Gerais do Paraná. Os agricultores, sem outras alternativas para o controle da erosão, começaram a adotar o PD, mesmo com um custo de produção maior.

Com a adoção do sistema de PD, esses agricultores começaram a enfrentar as dificuldades técnicas do sistema e a falta de apoio da extensão rural oficial. A extensão rural atendia prioritariamente aos pequenos e médios agricultores, não se interessando pelo novo sistema, que era adotado principalmente pelos grandes agricultores, pois a nova tecnologia exigia máquinas e herbicidas modernos e um conhecimento técnico maior do agricultor.

O desinteresse do serviço de extensão rural pelo PD fez com que a assistência técnica fornecida aos agricultores passasse a ser realizada quase que exclusivamente pelos técnicos das empresas produtoras de agroquímicos que, por sua vez, estavam interessados nas vendas de determinados herbicidas. Nesse processo, os agricultores começaram a ficar “reféns” dos técnicos dessas empresas.

Na tentativa de contornar essa situação, as cooperativas destacavam do seu corpo técnico alguns agrônomos para se dedicarem exclusivamente ao sistema de PD. Esses agrônomos passavam a fornecer a assistência técnica diretamente aos produtores, diminuindo, assim, a influência dos técnicos ligados às empresas. Porém, a inexistência de informações técnicas sobre o sistema na região fez com que vários agricultores abandonassem o PD por dificuldades técnicas. As poucas informações existentes concentravam-se na região norte do estado, a qual apresentava condições edafoclimáticas bastante diferente dos Campos Gerais.

A falta de informações na região dos Campos Gerais incentivou as cooperativas à realização de pesquisas para o desenvolvimento do sistema. A demanda cada vez maior por informações fez com que os cooperados da Arapoti, Batavo e Castrolândia se mobilizassem e fundassem a Central Técnica das Cooperativas ABC. A Central Técnica tinha a finalidade de desenvolver pesquisas junto aos agricultores para resolver os problemas cujas respostas não estavam disponíveis nos órgãos de pesquisas estatais e particulares. A Central contratou pesquisadores experientes e montou uma série de campos experimentais, que acabaram impulsionando o desenvolvimento do sistema⁴⁷. Assim, o PD foi se estabelecendo gradativamente nos Campos Gerais, principalmente nos municípios de Ponta Grossa, Castro, Tibagi e Palmeira.

Avaliando o processo de introdução do PD pela ótica dos custos de produção, verificamos que, embora no PD tenha ocorrido uma redução nos gastos com combustíveis de 72,7% e mão-de-obra, de 79,2%, o maior gasto na utilização de herbicidas (389,6%) fez com que os custos operativos do PD ficassem 118,8% maiores em relação ao plantio convencional (PC) (ver Tabelas 08 e 09).

A redução do consumo de combustível no PD deve-se à eliminação das operações de aração e gradagem. Por outro lado, o controle das plantas daninhas exige um maior consumo de herbicidas, visto que no PD não é mais possível o controle das invasoras através de processos mecânicos (aração/gradagem e cultivador).

⁴⁷ Um dos pesquisadores contratados foi o americano Hans Peeten, que possuía um grande conhecimento técnico em PD adquirido na Europa e nos EUA. Hans Peeten, juntamente com Carlito Los e João Carlos Moraes de Sá, destacou-se como grande pesquisador do PD no Brasil.

Tabela 08 – Estimativa do custo de produção na cultura da soja, nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na safra agrícola 1977/78.

Itens	PC		PD		Varição ²
	Cr\$/ha ¹	%	Cr\$/ha ¹	%	%
Mão-de-obra	50,6	15,6	10,5	1,5	-79,2
Herbicidas	135	41,6	661	93,2	389,6
Combustível	138,6	42,8	37,8	5,3	-72,7
Custo total	324,2	100,0	709,3	100,0	118,8

Fonte: Tomasini (1977)

^{1/} Valores monetários de agosto de 1977, na região produtora de soja do Rio Grande do Sul.

^{2/} PC = 100%

OBS: o autor considerou nesse trabalho que os gastos com insumos (exceto herbicidas) foram iguais nos dois sistemas de produção.

Tabela 09 – Estimativa do custo dos herbicidas utilizados na cultura da soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na safra agrícola 1977/78.

Herbicidas	Valor Unitário	PC		PD	
	Cr\$/ha ¹	Qtde/ha	Cr\$/ha ¹	Qtde/ha	Cr\$/ha ¹
Trifluralina 44,5%	90,00	1,5 l	135,00	-	-
Paraquat 20%	114,00	-	-	1,0 l	114,00
Diquat 40%	127,00	-	-	1,0 l	127,00
Metribuzin 70%	600,00	-	-	0,7 kg	420,00
Custo total	-	-	135,00	-	661,00

Fonte: Tomasini (1977)

^{1/} Valores monetários de agosto de 1977, na região produtora de soja do Rio Grande do Sul.

Nesse estudo comparativo dos custos de produção entre o PD e o PC, Tomasini (1977) não levou em consideração a produtividade das culturas. No entanto, outros trabalhos desenvolvidos por outros autores, como Ramos (1976) e Vieira (1981) indicam que a produtividade dos dois sistemas era praticamente igual.

Os conhecimentos proporcionados pelas experiências individuais dos produtores pioneiros no sistema de PD, juntamente com a experiência dos técnicos estrangeiros da ICI, garantiram um suporte inicial ao sistema. Com isso, o PD foi expandindo a área plantada.

A evolução da área com PD pode ser observada no período de 1973 a 1979 na região Sul do Brasil (Tabela 10). No período de 1977 a 1978, o sistema diminuiu a área plantada. A principal causa da redução da área foi a ineficiência de conhecimentos sobre o sistema por

parte dos órgãos de pesquisa, da assistência técnica, da extensão rural e dos produtores, bem como a falta de implementos adequados e as dificuldades para o controle eficiente das plantas daninhas. Neste sentido, embora o aspecto conservacionista do PD fosse convincente em termos de controle da erosão, ele não sustentava por si só a sua adoção. Era preciso superar a deficiência nas informações técnicas para a viabilização do sistema no campo, o que fez com que alguns agricultores, após um período de três a quatro anos de implantação, abandonassem o sistema e apenas uns poucos produtores, dos que se mantiveram, obtivessem sucesso. No entanto, esse período de dois anos (1977-1978) deve ser entendido como um interregno entre a introdução das inovações e sua difusão. Como podemos observar na Tabela 10, o ano de 1979 representa uma continuidade no processo de expansão. É o que vai assinalar o próximo período.

Tabela 10 – Evolução da área e do número de produtores que adotaram o plantio direto no Brasil no período de 1972 a 1976 – Região Sul.

Ano	Nº Produtores	Área (ha)
1972	02	100
1973	10	1.000
1974	89	8.000
1975	212	25.000
1976	538	57.000
1977	-	49.000
1978	-	54.000
1979	-	121.000

Fonte: Guedes (1983)

3.2 - 2º PERÍODO – A CALIBRAGEM DO SISTEMA NO SUL DO BRASIL (1979 - 1983)

Apesar do avanço da área com PD no Brasil, o sistema estava seriamente ameaçado pela falta de tecnologia. Conforme comentamos anteriormente, alguns problemas como a dificuldade no controle das plantas daninhas e a falta de semeadoras eficazes para o PD estavam se tornando um grande empecilho para o desenvolvimento do sistema.

Uma das soluções técnicas que resolveram em parte esse problema foi o aparecimento no mercado de herbicidas pré-emergentes seletivos no início dos anos 80. Esses herbicidas são capazes de inibir a germinação das sementes das invasoras ou da emergência das suas plântulas sem afetar a cultura. Nesse período, surgiram também os herbicidas pós-emergentes sistêmicos à base de glyphosate⁴⁸. A introdução desses novos herbicidas no mercado permitiu o aprimoramento no manejo das ervas daninhas e a evolução do PD.

O maior avanço tecnológico, porém, ocorreu a partir da segunda metade dos anos 80, quando o mercado de herbicidas passou a contar com produtos de pós-emergência, capazes de eliminar aquelas plantas daninhas recém-germinadas. Isto representou um importante avanço no controle das invasoras, já que, com estes produtos, o controle das sementeiras das plantas daninhas deixou de ser preventivo de área total para ser utilizado apenas nas áreas onde existia problemas com as invasoras, tornando o controle de plantas daninhas mais racional e econômico, e diminuindo os riscos de contaminação do meio ambiente (Velloso & Souza, 1993).

Nesse período, além do avanço na área química, começaram a aparecer os primeiros resultados dos trabalhos desenvolvidos pelos institutos de pesquisa, empresas e agricultores na área de máquinas para o plantio. Um dos grandes avanços obtidos foi a adaptação das semeadoras de plantio convencional para o PD, capazes de operarem em diferentes tipos de solo⁴⁹.

O CNPT/Embrapa desenvolveu também uma série de trabalhos na área de máquinas. Durante os anos de 1979, 1980 e 1981 o centro comparou os diferentes sistemas de máquinas para semeadura direta existentes no mercado: i) máquinas tipo enxada rotativa (soja, milho e trigo), ii) máquinas de sistema de disco mais facas (soja e milho) e iii) máquinas de triplo disco (soja, milho e trigo), entre outros (Tabela 11).

⁴⁸ O Glyphosate foi descoberto em 1975 e lançado no Brasil em 1982 pela Monsanto do Brasil. Apesar de ter sido lançado apenas em 1982, o herbicida já vinha sendo utilizado desde o final dos anos 70 pelos agricultores que contrabandeavam o produto do Paraguai.

⁴⁹ A empresa Semeato lançou um Kit especial para adaptar a semeadora PS-6 para o PD. A adaptação constava da utilização de um disco de corte, de um limitador de profundidade para regular a profundidade do plantio e um compactador do solo na linha de plantio em forma de "V". Em função da textura do solo, o disco de corte utilizado apresentava três modelos diferentes: o primeiro ondulado para solos arenosos; o segundo corrugado para solos areno-argilosos e o terceiro estriado para solos argilosos (Vargas, 1985).

Tabela 11 – Resultado da experimentação comparativa entre diferentes sistemas de máquinas para semeadura direta na cultura do trigo em três anos consecutivos 1979/80/81.

	Movimento do solo		Rendimento máquina		Consumo combustível	
	(m ³ /ha)	(%)	(ha/h)	(%)	(l/ha)	(%)
Enxada Rotativa	205	100	1,27	100	6,51	100
Discos + facas	165	80	1,40	110	-	-
Triplo-Disco	62	30	2,5	197	3,2	4,9
Enxada. Rotativa + facas	263	128	1,23	97	-	-
Facas	148	72	1,48	116	-	-

Fonte: Portella (1983) apud Vargas (1985).

- O experimento foi realizado em Carazinho/RS, num solo Tipo Passo Fundo, com densidade de 1,39 g/cm³. O preparo anterior do solo foi realizado com semeadura convencional. A resistência à penetração ao solo foi de 6,0 kg/cm² e a umidade na data da semeadura foi de 29,3% na profundidade de 0-10 cm. O solo apresentava 2,01 t/ha de resíduos na sua superfície.

- Observação: A comparação dos diferentes sistemas nesse estudo foi em relação ao sistema da enxada rotativa, por isso a porcentagem desse sistema é de 100% nos diferentes aspectos analisados.

No presente trabalho, vamos nos ater somente aos três principais sistemas de semeadura utilizados na época: enxada-rotativa, discos mais facas e triplo-disco.

O sistema de enxada-rotativa fez parte da primeira geração de semeadoras direta utilizadas no Brasil no início dos anos 70⁵⁰. Esse sistema apresentava as enxadas-rotativas como elementos sulcadores, porém, elas provocavam uma movimentação excessiva do solo, em torno de 7 a 8 cm, tornando-o mais susceptível à erosão. A semeadora não acompanhava as ondulações do terreno, ocasionando uma má colocação da semente e do adubo, o que por sua vez provocava problemas na germinação. O consumo de combustível nesse sistema era muito elevado, pois as máquinas eram muito pesadas e as enxadas rotativas eram ligadas à tomada de força do trator, necessitando, por isso, de tratores de alta potência para seu funcionamento. O rendimento era relativamente baixo e as semeadoras provocavam danos aos tratores devido ao seu peso excessivo.

O sistema de discos mais facas surgiu posteriormente ao da enxada-rotativa. Ele era composto, na frente, por um disco cortante, seguido por uma faca e um disco duplo atrás do sistema. Nesse sistema mecânico era muito comum a ocorrência de embuchamento da palha na faca de corte. Devido a esse problema, o sistema era mais utilizado em máquinas que apresentavam espaçamentos maiores entre as linhas de plantio. Outro problema ocasionado

⁵⁰ A semeadora Rotacaster utilizava-se desse sistema.

pelo sistema de facas era a abertura muito grande do sulco de plantio, ocasionando uma maior susceptibilidade do solo à erosão. Esse sistema também apresentava um rendimento relativamente baixo e um consumo de combustível elevado.

O sistema de triplo-disco era o mais simples e eficiente de todos os sistemas existentes na época. Ele surgiu no final dos anos 70 e início dos anos 80, e consistia simplesmente de um disco cortando a palha e logo atrás um disco duplo para a colocação do adubo e da semente. Nesse sistema, os discos conseguiam seguir as ondulações do terreno, proporcionando uma boa colocação da semente e do adubo. Os discos mobilizavam menores volumes de solo, diminuindo os riscos de erosão. O sistema mecânico não necessitava de tratores de alta potência, diminuindo sensivelmente o consumo de combustível, o rendimento operacional era maior e os problemas de embuchamento da palha nos discos de corte eram menores.

Com o resultado dos experimentos, aliado ao trabalho desenvolvido pelos fabricantes de máquinas e agricultores, a Semeato lançava, no início dos anos 80, a primeira semeadora (TD) totalmente concebida para o PD⁵¹ (A Granja, 1981). Com o desenvolvimento das semeadoras o problema das máquinas para o plantio estava praticamente resolvido.

Contudo, apesar das pesquisas realizadas pelas Cooperativas do Grupo ABC, e dos resultados dos primeiros experimentos realizados pelo IAPAR/ICI, a demanda por informações ainda permanecia na frente das pesquisas. Na busca de respostas para os problemas enfrentados no campo, os representantes dos cooperados do Grupo ABC, Nonô Pereira e Franke Dijkstra, viajaram para os Estados Unidos em 1979, para se informarem dos programas de pesquisa que estavam sendo desenvolvidos nas universidades americanas⁵².

No retorno ao Brasil, Nonô Pereira e Franke Dijkstra juntamente com outros cooperados, começaram a se reunir para trocar experiências sobre o sistema de PD. Esse processo de intercâmbio de informações entre os produtores foi evoluindo e acabou originando o Clube da Minhoca. O Clube da Minhoca era formado principalmente por produtores e

⁵¹ Esta máquina para semeadura direta apresentava três modelos: a TD 220 (15 linhas), a TD 300 (19 linhas) e a TD 400 (24 linhas). Ela era exclusivamente para sementes miúdas, ou seja, trigo, arroz, cevada, aveia, centeio e forrageiras em geral.

⁵² Nessa viagem, Nonô Pereira e Franke Dijkstra estabeleceram contanto com o pesquisador Shirley Phillips, considerado “o pai” do PD nos Estados Unidos. No ano seguinte, Phillips veio ao Brasil, para fazer uma visita à região dos Campos Gerais. Posteriormente, ele voltou diversas vezes na região, onde desempenhou um papel importante no desenvolvimento do sistema de PD (Ver Phillips nota de rodapé n.25).

extensionistas dos Campos Gerais do Paraná e reuniam-se com o objetivo de trocar experiências no PD⁵³.

Com o apoio das empresas agrícolas, o Clube da Minhoca passou a promover dias de campo e seminários para a divulgação dos novos resultados de pesquisa e também para difundir o sistema. O sucesso obtido com o Clube da Minhoca tanto na difusão como na geração de informações entre os agricultores, despertou a atenção das empresas, que passaram a incentivar a formação de “clubes de produtores” em outros estados.

Assim, no início dos anos 80, foram fundados inúmeros “clubes de produtores” no estado do Rio Grande do Sul. Os primeiros foram formados em Passo Fundo, Carazinho, Giruá, São Luiz Gonzaga, Santo Augusto e Palmeira das Missões (Borges, 1993). Os novos clubes formados foram denominados de Clubes Amigos da Terra (CATs).

Em 1981, o Clube da Minhoca, com o apoio da Associação Conservacionista de Ponta Grossa (ACPG), organizou o Primeiro Encontro Nacional de Plantio Direto⁵⁴. O objetivo do encontro era reunir as experiências dos técnicos, produtores e pesquisadores em PD e também ajudar na difusão do sistema no Brasil. O evento contou com a participação de 646 pessoas escritas, sendo a maioria produtores e técnicos do estado do Paraná⁵⁵.

Ainda em 1981, o PD sofreu um “duro golpe”. Por razões políticas e ideológicas foram suspensas as pesquisas sobre o sistema de PD no IAPAR, sob o argumento que o sistema estaria favorecendo somente às empresas multinacionais e aos grandes produtores (Bartz, 1999). Com a paralisação das pesquisas, os agricultores foram obrigados a aprimorar a sua própria estrutura de pesquisa, representada pela Central Técnica das Cooperativas ABC. A Central Técnica foi então transformada em uma fundação de pesquisa, a Fundação ABC, entidade responsável pela pesquisa e difusão de tecnologia das cooperativas Arapoti, Batavo e Castrolândia⁵⁶.

A Fundação ABC desenvolveu uma série de pesquisas e vários campos demonstrativos em PD. As informações técnicas geradas passaram a evidenciar que o sistema

⁵³ O Clube da Minhoca nunca chegou a possuir uma organização formal (registrada em cartório) e nem estatuto.

⁵⁴ Como o Clube da Minhoca não existia juridicamente, o encontro foi promovido oficialmente pela Cooperativa Central Agropecuária Campos Gerais Ltda. O Encontro foi patrocinado pelas empresas de insumos agrícolas.

⁵⁵ Em 1983, o “Clube da Minhoca” organizou o II Encontro Nacional de Plantio Direto em Ponta Grossa/PR.

⁵⁶ Um ano antes da inauguração da Fundação ABC, foram reiniciadas as pesquisas com o PD no IAPAR. Mas as pesquisas ainda concentravam-se principalmente no norte do Paraná, não atendendo ainda a demanda dos agricultores da região dos Campos Gerais.

de PD, para viabilizar-se técnica e economicamente, não poderia ser focado como simples método alternativo de preparo do solo e altamente eficiente no controle da erosão. O PD necessitava ser tratado como um sistema de exploração agropecuário composto por um complexo sistema de práticas agrícolas, principalmente o da rotação de culturas. A Fundação ABC consolidou-se como um dos principais pólos de validação e difusão de tecnologias em PD, não só na região dos Campos Gerais, como no Brasil e na América do Sul.

Quanto aos custos de produção, nesse período, o sistema de PD apresentava custos maiores do que o PC. Laurenti & Fuentes (1981), a partir de experimentos realizados de 1976 a 1980 na cultura da soja e do milho, verificaram que o custo de produção foi, respectivamente, 9,8% e 7,7% maior no PD do que no PC. Na cultura do trigo, os custos ficaram 3,3% mais baixo do que no PC, em função do menor consumo de herbicidas na cultura do trigo (Tabela 12).

O custo maior no PD nas culturas da soja e do milho deve-se ao fato de que a redução do custo nas operações de preparo do solo foi, neutralizada pelo aumento do custo no controle das ervas daninhas. A redução dos gastos com o preparo do solo deve-se principalmente ao menor consumo de combustível no PD. Na culturas da soja, milho e trigo os gastos com combustível foram em geral 65% menores (Tabela 13).

O maior consumo de herbicidas no PD foi o principal responsável pelo aumento no custo de produção. No PD, o gasto com herbicidas na cultura da soja e milho, foi, respectivamente, 252,3% e 135,6 % maior do que no PC. A participação relativa dos gastos com herbicidas no custo total de produção no PD, na cultura da soja, milho e trigo, foi, respectivamente, 34,7%, 26,5% e 13,3% no trigo, enquanto que no PC a participação relativa ficou em 10,8%, 12,1% e 0%, respectivamente (Tabela 12).

Apesar dos custos de produção no PD terem sido maiores do que no PC, existe uma tendência do PD a tornar-se mais econômico ao longo dos anos. Segundo Montoya (1984), o ponto de nivelamento dos custos de produção ocorre próximo ao quarto ano, após a introdução do sistema de PD. Contudo, com a utilização de rotação de cultura e com o manejo adequado das plantas daninhas, pode-se antecipar o ponto de nivelamento dos custos, em função da redução do consumo de herbicidas⁵⁷.

⁵⁷ Experimentos desenvolvidos pelo IAPAR e experiências de alguns produtores indicam que é possível reduzir o uso de herbicidas com o plantio da aveia seguida da soja e do azevém seguido do milho (Sorenson & Montoya, 1989).

Nos cálculos do custo de produção no PD, não foram levantados alguns fatores econômicos e ambientais, como a redução significativa da taxa de erosão, a qual aumenta de modo inversamente proporcional à rentabilidade econômica, devido à economia de recursos com atividades de replantio, reparo das curvas de nível, bem como à economia de fertilizantes minerais (menor necessidade de adubação).

Em termos de evolução da área com PD, a partir de 1979 o sistema começou a evoluir novamente em função sobretudo dos resultados das primeiras pesquisas desenvolvidos pelo IAPAR em parceria com a ICI, que também contou com o apoio fornecido pela Central Técnica das Cooperativas ABC e com o lançamento de novas semeadoras específicas para o PD. Contudo, o grande impulso para a evolução do sistema foi o surgimento de novos herbicidas no mercado no final dos anos 70.

A importância do trabalho de pesquisa e assistência técnica promovido pelas cooperativas nos Campos Gerais pode ser verificada pela evolução da área com PD na região. Na safra agrícola 82/83, a região dos Campos Gerais apresentava 200 mil ha em PD, correspondendo a 94,7% da área com PD no estado do Paraná e 76,9% da área com PD no Brasil.

No Rio Grande do Sul, apesar do intenso trabalho de difusão realizado pelas empresas, o PD evoluiu lentamente. Na safra agrícola 1982/83, a área com PD no estado era de apenas 48.930 ha (Tabela 14). Os principais fatores responsáveis pela lenta evolução do sistema no estado foram a falta de um projeto de pesquisa direcionado para a região e a estrutura fundiária do estado, formada principalmente por pequenas propriedades.

Os órgãos de pesquisa presentes no Rio Grande do Sul realizaram experiências no sistema de PD de forma isolada, não integrando-se aos produtores da região. O CNPT/Embrapa realizou a maior parte das suas pesquisas no desenvolvimento de máquinas para o PD. Tais pesquisas assumiram uma grande importância no desenvolvimento do sistema de PD no Brasil, mas não geraram impacto no estado. A FUNDACEP/FECOTRIGO, por sua vez, conduziu alguns trabalhos de pesquisa em PD. Estes eram porém imputados mais a uma iniciativa do pesquisador, do que a uma orientação da instituição (Ruedell, 1985).

Em Santa Catarina, o sistema foi adotado apenas nas grandes propriedades, pois a nova tecnologia exigia máquinas, herbicidas modernos e um conhecimento técnico maior do

agricultor. Como o estado apresenta uma estrutura fundiária formada sobretudo por pequenas propriedades, o PD praticamente não evoluiu no período.

A partir do momento, em que foram superados os limites operacionais e tecnológicos, o sistema começa a expandir a sua área. O próximo passo para a generalização do sistema de PD seria sua introdução nas pequenas propriedades no Sul do país e também na região dos Cerrados, como veremos no tópico a seguir.

Tabela 12 – Custo variável médio de produção nas culturas da soja, milho e trigo em plantio direto e plantio convencional¹.

Itens	Soja					Milho					Trigo ⁵				
	PC		PD		Variação ⁶ %	PC		PD		PC = 100	PC		PD		Variação ⁶ %
	Cr\$/ha	%	Cr\$/ha	%		Cr\$/ha	%	Cr\$/ha	%		Cr\$/ha	%	Cr\$/ha	%	
Preparo do solo ²	2380,71	14,0	104,04	0,6	-95,6	2262,76	10,9	104,04	0,5	-95,4	2014,81	23,7	0	0,0	-100,0
Mecanização ³	2577,96	15,1	2834,26	15,1	9,9	4395,78	21,3	4748,92	21,2	8,0	1263,83	14,9	1930,27	23,5	52,7
Herbicidas	1841,52	10,8	6486,91	34,7	252,3	2500	12,1	5889,35	26,5	135,6	0	0,0	1094,58	13,3	-
Insumos ⁴	10221,47	60,1	9265,7	49,6	-9,4	11525,27	55,7	11524,85	51,8	0,0	5222,32	61,4	5192,03	63,2	-0,6
Custo Total	17021,66	100,0	18690,91	100,0	9,8	20683,81	100,0	22267,16	100,0	7,7	8500,96	100,0	8216,88	100,0	-3,3

Fonte: Elaborado a partir dos dados de Laurenti & Fuentes (1981).

^{1/} Médias das operações de condução da cultura nas safras 76/77, 77/78, 78/79 e 79/80 em valores monetários da safra 80/81

^{2/} Os Custos lançados no item “preparo do solo” para o sistema de PD são referentes a uma calagem realizada no início das rotações (76/77), tanto em PC como em PD, cujo custo foi distribuído ao longo das quatro safras em estudo.

^{3/} Mecanização (plantio, tratos culturais, colheita).

^{4/} Insumos (sem herbicidas).

^{5/} Não utilizou-se herbicida no PC na cultura do trigo.

^{6/} PC= 100%

Tabela 13- Consumo médio de óleo diesel no decorrer do ciclo de produção em l/ha, na cultura da soja, milho e trigo em plantio direto e convencional¹.

Culturas	PC	PD	Variação ² %
	-----Litros/ha-----		
Soja	35,5	12,5	-64,8
Milho	35,7	13,0	-63,6
Trigo	27,5	9,4	-65,8

Fonte: Laurenti & Fuentes, 1981.

^{1/} Consumo baseado nas operações de condução das culturas nas safras 76/77, 77/78, 78/79 e 79/80 para soja e milho e safras 77, 79 e 80 para trigo.

^{2/} PC = 100%

Tabela 14 – Evolução da área com plantio direto no Brasil e nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná no período de 1977 a 1983.

Ano	RS ¹		SC ²		PR ³		BR ⁴
	ha	%	ha	%	ha	%	ha
1978/79	13.000	24,1	150	0,3	40.850	75,6	54.000
1979/80	34.250	28,3	320	0,3	86.430	71,4	121.000
1980/81	44.000	21,5	1.100	0,5	159.900	78,0	205.000
1981/82	38.820	17,6	2.200	1,0	178.980	81,4	220.000
1982/83 ⁵	42.880	16,5	5.400	2,1	211.220	81,2	260.000
1983/84 ⁵	48.930	14,0	24.306	6,9	275.764	78,8	350.000

Fontes: 1/ Ferreira (1985)

2/ Monegat (1985)

3/ Calculado pelo autor

4/ 1976/77 a 1982/83 (Guedes, 1983)

1983-84 (FEBRAPDP, 2000)

5/ A porcentagem dos estados do RS, SC e PR não correspondem a 100%, pois nesse período o PD foi introduzido na região dos Cerrados.

3.3 - 3º PERÍODO – CONSOLIDAÇÃO DO PLANTIO DIRETO (1984-1991)

Esse período foi caracterizado principalmente pela adaptação do sistema de PD às condições das pequenas propriedades no sul do país, pelo desenvolvimento de um projeto de pesquisa sobre o PD no estado do Rio Grande do Sul, e pela introdução de programas de pesquisa dirigidos para o desenvolvimento do sistema na região dos Cerrados.

O programa de pesquisa sobre o sistema de PD no estado do Rio Grande do Sul foi iniciado em 1985 pela FUNDACEP. O programa partiu do enfoque no qual o PD deveria ser um sistema integrado e ordenado de práticas agrícolas, em que a rotação de culturas devesse ser definida previamente. O trabalho de pesquisa foi conduzido com várias seqüências de rotação de culturas e uma série de pesquisas comparativas entre os PD e o PC⁵⁸.

As pesquisas realizadas com PD no Brasil foram direcionadas somente para as grandes propriedades, o que acabou marginalizando um grande número de pequenos

⁵⁸ Este trabalho foi realizado até o ano de 1994. Os principais parâmetros avaliados durante os nove anos da pesquisa estão relacionados com: o rendimento das culturas; a evolução e controle de plantas daninhas; a identificação e frequência de insetos subterrâneos; as doenças da parte aérea das culturas; as alterações quanto aos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo; e o desenvolvimento do sistema radicular das culturas (Ruedell, 1985).

agricultores no sul do país. De acordo com o IBGE (1995/96), aproximadamente 65% dos estabelecimentos dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul enquadram-se na estrutura fundiária de até 20 ha. Essas propriedades são historicamente exploradas em sistema de agricultura familiar, no qual, em muitos casos, predominam solos de baixa aptidão agrícola (declivosos, pouco profundos e altamente suscetíveis à erosão), com grande número de estabelecimento utilizando força de tração humana e animal para a condução das atividades agrícolas.

As condições adversas de topografia apresentadas nessas propriedades, associado às precipitações elevadas na época de preparo do solo, provocaram um acentuado processo de erosão. Na tentativa de conter esse processo, o IAPAR, a partir de 1985, começou a desenvolver pesquisas para a adaptação do sistema de PD às condições da pequena propriedade.

Segundo Darolt (1997), o grande desafio na pequena propriedade estava no desenvolvimento de equipamentos que pudessem executar o corte da palha e distribuir uniformemente as sementes, além de serem suficientemente leves para serem tracionados por animais. Outro ponto importante destacado pelo pesquisador é a dificuldade no controle das ervas daninhas, devido à falta de equipamentos capazes de manter uma pressão e altura uniforme, elementos indispensáveis para realizar-se uma pulverização homogênea. Além dos fatores técnicos de restrição ao sistema, haviam também fatores econômicos, representados pela baixa disponibilidade de recursos financeiros para aquisição desses insumos pelos pequenos agricultores.

As primeiras pesquisas realizadas pela Área de Engenharia Agrícola do IAPAR, em 1985, apresentaram, como resultado, o desenvolvimento do primeiro protótipo da adubadora – semeadora direta de tração animal (Casão Jr. & Yamaoka, 1990). Os testes realizados na máquina mostraram que o esforço de tração exigido era compatível com o porte dos animais de tração existentes (equinos e bovinos), apresentando também indicadores aceitáveis de semeadura e adubação para as culturas de milho e feijão.

Paralelamente ao desenvolvimento do protótipo, o IAPAR implantou uma rede de ensaios em três diferentes regiões edafoclimáticas do Paraná: Ponta Grossa (Centro-Sul), Carlópolis (Nordeste) e Barbosa Ferraz (Centro), com o objetivo de estudar a viabilidade do PD nas pequenas propriedades. Nas três regiões avaliou-se diferentes sistemas de preparo de

solo, utilizando tração animal, associados a diferentes coberturas de verão e inverno. Os primeiros resultados, para as culturas de milho e feijão não mostraram superioridade de produtividade, quando comparadas ao sistema convencional (Araújo & Merten, 1991 apud Darolt, 1997).

Quanto à evolução do sistema de PD nos Cerrados, conforme apresentamos no capítulo 2, esta foi muito lenta, porque a transposição do PD da região Sul para os Cerrados apresentou uma série de dificuldades, sobretudo em função das condições climáticas. A diferença edafo-climática entre as duas regiões exigiu mudanças fundamentais das técnicas empregadas no sul do Brasil. Assim, o primeiro passo da pesquisa nos Cerrados foi identificar espécies alternativas que pudessem se desenvolver no período de inverno (3 a 4 meses sem chuvas) e possibilitassem a formação de palha necessária para o sistema⁵⁹.

As pesquisas desenvolvidas nos Cerrados foram realizadas de forma isolada e sem nenhum projeto dirigido para o desenvolvimento do PD na região. Os órgãos de pesquisa presentes nos Cerrados não se envolveram diretamente com o novo sistema, e uma das poucas instituições de pesquisa que realizou alguns experimentos em PD foi a UEPAE (unidade de execução de pesquisa de âmbito estadual) de Dourados/MS⁶⁰.

Com a ausência de instituições públicas no desenvolvimento das pesquisas, os poucos programas presentes na região ficaram por conta da iniciativa privada. Um dos programas pioneiros foi realizado pelo CIRAD – CA (Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento)⁶¹. O programa experimental foi iniciado em 1986, na região norte do Mato Grosso, atuando diretamente através de pesquisas no campo, utilizando inclusive os equipamentos dos próprios agricultores.

As primeiras pesquisas mostraram que o sistema de PD era viável tecnicamente na região, porém, as dificuldades técnicas no controle das plantas daninhas e na obtenção de cobertura no inverno, juntamente com os altos custos de produção no PD, dificultaram a difusão do sistema. O projeto desenvolvido pelo CIRAD apresentou uma importância muito

⁵⁹ Ver o item 2.4 – O plantio direto na região dos Cerrados.

⁶⁰ Atual Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste – Embrapa/CPAO.

⁶¹ O CIRAD é um organismo científico especializado na agricultura em regiões tropicais e subtropicais. É uma instituição pública francesa, fundada em 1984, a partir da fusão de vários institutos de pesquisa em ciências agrônômicas, veterinárias, florestais e alimentares, direcionados para as regiões tropicais.

grande no desenvolvimento do sistema de PD, principalmente na região norte do Mato Grosso⁶².

Outro programa desenvolvido nos Cerrados foi o Projeto Morrinhos, implantado em 1988 pela empresa Manah/SA e J. L. Associados. O projeto, instalado em lavouras comerciais no município de Morrinhos/GO, teve como objetivo avaliar e demonstrar, em escala comercial, a possibilidade do uso de novas práticas de cultivo em solos sob Cerrados e também levantar os entraves do sistema de PD na região, para serem solucionados posteriormente pelas pesquisas (Vasconcelos & Landers, 1993).

O desenvolvimento do sistema na região dos Cerrados foi acontecendo à medida que as pesquisas avançavam na identificação de espécies capazes de proporcionar uma boa cobertura do solo no inverno. No final dos anos 80 e início dos anos 90, as pesquisas identificaram que algumas culturas, como aveia preta, nabo forrageiro, sorgo e milheto, poderiam ser utilizadas para a cobertura do solo no inverno, nas regiões com regimes pluviométricos mais favoráveis.

No que concerne aos custos de produção no PD, nesse período, eles diminuíram em comparação com o período passado, mas ainda permaneceram maiores do que no PC. Sorrenson & Montoya (1989), a partir de experimentos realizados em 1984 na cultura da soja, milho e trigo, verificaram que o custo de produção foi, respectivamente, 7,4%, 3% e 1,9% maior no PD do que no PC (Tabela 15).

O maior consumo de herbicidas continua sendo o determinante básico do maior custo de produção no PD. Os gastos com herbicidas na cultura da soja, milho e trigo, nesse sistema, foram, respectivamente, 156,3%, 68,8% e 98,3% maior que no PC. Apesar dos custos com herbicidas no PD estarem muito altos, podemos observar uma redução dos gastos com herbicidas no PD, quando comparamos a pesquisa do período anterior, que foi respectivamente, 252,3%, 135,6% e 0% nas culturas da soja, milho e trigo (Tabela 12). Na cultura do trigo, não foram utilizados herbicidas no estudo analisado no período anterior, e portanto a comparação dos gastos com herbicidas nessa cultura fica comprometida.

Apesar dos custos de produção no PD terem sido maiores do que no PC, o maior rendimento físico das culturas no PD proporcionou uma rentabilidade econômica maior, de

⁶² A partir de 1992, o programa foi transferido para a Cooperlucas, passando a fazer parte das atividades da Fundação Rio Verde no município de Lucas do Rio Verde/MT.

38,6% na cultura da soja e de 85,0% no trigo, quando comparado ao PC. Na cultura do milho, a rentabilidade ficou 9,7% menor do que no PC, em virtude da menor produtividade física e do maior custo de produção. A alta rentabilidade na cultura do trigo deve-se à maior produtividade e à baixa participação do custo de herbicidas (5,8%) no custo total da lavoura (Tabela 16).

Com relação aos investimentos iniciais em máquinas para o PD, Sorrenson & Montoya (1989) verificaram um valor de 13% maior no custo de aquisição no PD. No entanto, se forem levadas em consideração a vida útil das máquinas e implementos utilizados nos dois sistemas, o custo anual da maquinaria (vida útil/ano) ficou 9% menor no PD. Os autores também analisaram a adaptação das semeadoras de PC para o PD e constataram que essas adaptações representam uma economia de até 45%, quando comparada a uma semeadora de PD nova.

Quanto a evolução da área com PD nesse período, a região sul apresentou uma taxa de crescimento de 27,4% ao ano. Os principais fatores responsáveis por esse desenvolvimento foram: (i) o aumento das informações técnicas sobre o PD proveniente das pesquisas e das experiências dos agricultores; (ii) o surgimento de novos herbicidas no mercado, que, em conjunto com um sistema planejado de rotação de cultura, proporcionou um melhor controle das invasoras e um menor consumo de herbicidas; (iii) um amplo trabalho de difusão desenvolvido pelas empresas de agroquímicos e máquinas agrícolas; (iv) a expansão dos CATs no estado do Rio Grande do Sul; (v) e uma diminuição dos custos de produção no sistema de PD.

Na região dos Cerrados, o sistema começava a ser introduzido nesse período, mas faltava um projeto de pesquisa de desenvolvimento para a região. O maior custo de produção do PD em relação ao PC, e as dificuldades no controle das plantas daninhas e na obtenção de cobertura morta no inverno, acabaram dificultando a evolução do PD na região (Tabela 17). Na safra agrícola 1991/92, a área com PD nos Cerrados atingiu 180 mil ha, correspondendo a 13,3% da área com PD no Brasil.

Com sua introdução nos Cerrados, o PD estava tecnologicamente pronto, faltava conjugar os esforços para dinamizá-lo economicamente, associando o jogo de interesses dos agricultores pioneiros ao do grande capital e garantindo uma gestão empresarial ao sistema de PD. O 4^o e último período servirá a esse propósito.

Tabela 15 - Custo de produção nas culturas da soja, milho e trigo em plantio direto e plantio convencional no município de Londrina em 1984.

Itens	Soja					Milho					Trigo				
	PC		PD		Variação ⁴ %	PC		PD		Variação ⁴ %	PC		PD		Variação ⁴ %
	Cr\$/ha ¹	%	Cr\$/ha ¹	%		Cr\$/ha ¹	%	Cr\$/ha ¹	%		Cr\$/ha ¹	%	Cr\$/ha ¹	%	
Preparo do solo	45.902	11,0	0	0,0	-100,0	45.902	8,2	0	0,0	-100,0	15.894	3,5	0	0,0	-100,0
Mecanização ²	81.401	19,6	81401	18,2	0,0	111.147	19,8	111.147	19,3	0,0	57.193	12,5	57.193	12,3	0,0
Herbicidas	44.225	10,6	113349	25,3	156,3	80.122	14,3	135.207	23,4	68,8	13.679	3,0	27.129	5,8	98,3
Insumos ³	245.112	58,8	252780	56,5	3,1	322.871	57,7	330.539	57,3	2,4	371.291	81,0	382.533	81,9	3,0
Custo Total	416.640	100,0	447530	100,0	7,4	560.042	100,0	576.893	100,0	3,0	458.057	100,0	466.855	100,0	1,9

Fonte: Elaborado a partir dos dados de Sorrenson & Montoya (1989)

^{1/} Valores monetários de maio de 1984.

^{2/} mecanização (plantio, tratos culturais, colheita)

^{3/} Insumos (sem herbicidas)

^{4/} PC = 100%

Tabela 16 – Análise econômica da produção de soja, milho e trigo em plantio direto e plantio convencional no município de Londrina¹.

	Soja			Milho			Trigo		
	PC	PD	Variação ⁴ %	PC	PD	Variação ⁴ %	PC	PD	Variação ⁴ %
Produtividade (kg/ha) ²	2.300	2.740	19,1	5.500	5.450	-0,9	1.400	1.512	8,0
Receita (Cr\$/ha) ³	667.000	794.600	19,1	808.500	801.150	-0,9	494.200	533.736	8,0
Custo (Cr\$/ha)	416.640	447.530	7,4	560.042	576.893	3,0	458.057	466.855	1,9
Margem Bruta	250.360	347.070	38,6	248.458	224.257	-9,7	36.143	66.881	85,1

Fonte: Elaborado a partir dos dados Sorrenson & Montoya (1989)

^{1/} Valores monetários de maio de 1984

^{2/} Média da produtividade de dois anos (safra 82/83 e 83/84)

^{3/} Receita proveniente das culturas: milho Cr\$147,00 kg; soja Cr\$290,00 kg; trigo Cr\$353,00 kg (preço do trigo subsidiado)

^{4/} PC = 100%

Tabela 17 – Evolução do plantio direto na região Sul, Cerrados e Brasil (1983-1991)

Ano	Cerrados		Sul		Brasil
	ha	%	ha	%	ha
1983/84	1.000	0,29	349.000	99,71	350.000
1984/85	2.000	0,40	498.000	99,60	500.000
1986/87	9.000	1,29	691.000	98,71	700.000
1988/89	35.000	3,89	865.000	96,11	900.000
1990/91	87.000	8,70	913.000	91,30	1000.000
1991/92	180.000	13,33	1.170.000	86,67	1350.000

Fonte: FEBRAPDP (2000)

3.4 - 4^o PERÍODO – A FORMAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE PLANTIO DIRETO E A DIFUSÃO INTENSIVA DO SISTEMA (1992-2000)

A partir de 1992, a tecnologia já se encontrava praticamente pronta para o uso e os custos de produção do sistema diminuíram sensivelmente. A redução dos custos de produção, juntamente com o intenso trabalho de difusão realizado pelas associações de PD (Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, Associação de Plantio Direto no Cerrado e o Grupo de Plantio Direto), contribuíram para a expansão acelerada do sistema na década de 90.

A Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP) foi fundada oficialmente em julho de 1992 no município de Cruz Alta/RS, durante o 10^o ENCAT (Encontro de Clubes Amigos da Terra)⁶³. A fundação da FEBRAPDP foi motivada pela necessidade de uma organização de âmbito nacional, que representasse o sistema de PD, semelhante às que existiam em países como a Argentina, Chile, Uruguai e México, que adotaram o PD depois do Brasil.

A formação dessas associações foi inspirada no Clube da Minhoca que se formou em 1979 nos Campos Gerais do Paraná. Os agricultores pioneiros em PD daqueles países eram convidados pelas empresas de insumos a vir para o Brasil para conhecerem o PD nos Campos Gerais e, nessas visitas, os produtores eram recebidos pelos representantes do Clube da

⁶³ No Rio Grande do Sul, desde 1983 os CATs do estado se reúnem uma vez por ano, num encontro denominado de ENCAT (Encontro dos Clubes Amigos da Terra).

Minhoca. No retorno aos seus países de origem, esses agricultores eram incentivados pelas empresas de insumos a montarem uma associação e discutirem os problemas tecnológicos em torno do sistema de PD, reivindicando pesquisas para o novo sistema.

Em 1991, os representantes das associações da Argentina, Uruguai e México estavam presentes no Chile, num encontro sobre PD, promovido pela Sociedade de Conservação dos Solos do Chile (SOCOSCHI). As associações desses países presentes no encontro decidiram então formar uma “Associação Americana”, que englobaria todos os países adotantes do PD na América. Os representantes dessas associações informaram a Maury Sade⁶⁴ a intenção de formar a Associação Americana, e que era para os “produtores” brasileiros se articularem e formarem uma associação de PD no Brasil.

No retorno ao Brasil, Maury Sade comunicou à Nonô Pereira e Franke Dijkstra as intenções de se formarem a Associação Americana. Diante do fato, os agricultores fundadores do Clube da Minhoca, em conjunto com outros agricultores pioneiros, começaram a se articular para formar uma associação nacional.

Em fevereiro de 1992, os articuladores do movimento aproveitaram a realização do Congresso Nacional de Milho e Sorgo em Ponta Grossa e realizaram uma assembléia propondo a formação de uma associação de PD no Brasil. Nessa reunião estavam presentes instituições de pesquisa, Clubes Amigos da Terra (CATs) e empresas de insumos, que foram convidados para fazerem parte do movimento que originou a FEBRAPDP. Assim, o movimento foi ganhando força e, em julho de 1992, durante a realização do 10^o ENCAT (Encontro dos Clubes Amigos da Terra) do Rio Grande do Sul, foi fundada oficialmente a FEBRAPDP⁶⁵.

Após a formação da FEBRAPDP, as associações de PD dos países americanos instituíram em âmbito internacional a Confederação das Associações Americanas Para Uma Agricultura Sustentável (CAAPAS), com a finalidade de difundir o PD nas Américas. A presidência da CAAPAS ficou com a Associação Argentina de Produtores de Siembra Directa (AAPRESID). Atualmente, a CAAPAS congrega as entidades representativas de oito países (Quadro 03).

⁶⁴ Maury Sade foi um dos fundadores do Clube da Minhoca, no qual exerceu a função de secretário. Na ocasião do encontro das associações, ele estava presente no Chile com uma comitiva de produtores dos Campos Gerais, que foram conhecer a agricultura chilena. Na época, Maury Sade era diretor da Fundação ABC.

⁶⁵ A presidência da FEBRAPDP ficou com Nonô Pereira, um dos agricultores fundadores do Clube da Minhoca e um dos coordenadores do movimento que originou a associação.

Quadro 03 – Entidades Associadas a Confederação das Associações Americanas para uma Agricultura Sustentável (CAAPAS)

ENTIDADE	SIGLA	PAÍS
Asociacion Argentina de Productores em Siembra Directa	AAPRESID	Argentina
Asociacion Uruguaya pró Siembra Directa	AUSID	Uruguay
Asociacion Mexicana de Labranza de Conservacion	AMLC	México
Asociacion de Productores de Oleaginosas y Trigo	ANAPO	Bolívia
Associação Brasileira de Plantio Direto na Palha	FEBRAPDP	Brasil
Conservation Tecnology Information Center ¹	CTIC	EUA
Federacion Paraguaya de Siembra Directa para una Agricultura Sustentable	FEPASIDIAS	Paraguay
Sociedad de Conservacion de Suelos de Chile	SOCOSCHI	Chile

^{1/} Pertencente ao USDA, o departamento de agricultura dos Estados Unidos.

No Brasil, as diferenças técnicas do sistema nas regiões Sul e Cerrados, juntamente com a perspectiva de expansão do PD nos Cerrados, aproveitando a grande fronteira agrícola, acabou dando origem à formação de uma associação regional, a Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC). A concepção de se formar a APDC foi durante o I Curso Rápido sobre Plantio Direto, organizado por J.L Associados e Manah S/A. no município de Morrinhos/GO, em fevereiro de 1992.

A fundação oficial da APDC ocorreu no mês de julho, no município de Santa Helena de Goiás, durante o II Curso Rápido sobre Plantio Direto. Nesse encontro, foi definida a diretoria provisória, até o registro formal da APDC. A diretoria provisória foi composta por um empresário do ramo de sementes na presidência e por um representante da empresa Monsanto na vice-presidência. Ao contrário da diretoria da APDC, formada principalmente por empresários, a diretoria da FEBRAPDP foi composta por agricultores pioneiros dos Campos Gerais do Paraná.

A primeira assembléia geral da APDC foi realizada em fevereiro de 1993, durante o Primeiro Encontro Regional de Plantio Direto no Cerrado, organizada pela APDC através do apoio da COMIGO (Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano). Nessa assembléia, a diretoria provisória tomou posse, com exceção do vice presidente (Monsanto), que após a formação definitiva da associação, afastou-se da diretoria e foi substituído por um representante da Cooperativa COMIGO.

Outra associação de PD formada em 1992 foi o Grupo de Plantio Direto (GPD). O Grupo foi formado por um conjunto de empresas do ramo de herbicidas, adubos, sementes e máquinas agrícolas, interessadas na promoção do PD. O intuito do Grupo é fornecer apoio financeiro e suporte técnico às associações de PD (FEBRAPDP, APDC e CAT)⁶⁶.

As associações de PD (FEBRAPDP e APDC) têm por objetivo congregar e representar as pessoas físicas e jurídicas que desejam: i) estimular e difundir ou orientar a adoção e a prática do PD e tecnologias afins na região do Brasil e Cerrados, respectivamente; ii) incentivar e promover a realização de palestras, debates, conferências, congressos e outros eventos em qualquer âmbito, visando o desenvolvimento e a adoção do PD; iii) promover o aperfeiçoamento técnico e a troca de experiências entre agricultores técnicos e entidades congêneres, com vistas à adoção do PD; iv) promover a integração entre os afiliados, órgãos governamentais de pesquisa ensino e extensão, bem como empresas privadas nacionais e estrangeiras detentoras de tecnologia, visando a otimização do PD e a melhoria do seu custo/benefício.

As associações de PD estão organizadas de modo hierárquico com as associações regionais, vinculando-se à associação nacional (Figura 01). A unidade básica desse processo são os CATs, que atuam em âmbito municipal. O processo de afiliação dos CATs percorre dois caminhos distintos. Os CATs da região Sul filiam-se diretamente à FEBRAPDP, ao passo que os CATs da região dos Cerrados filiam-se a APDC. A APDC, por sua vez, é afiliada da FEBRAPDP, que é afiliada da CAAPAS.

As associações apresentam também outras entidades afiliadas, como centros de pesquisa, fundações, universidades, órgãos governamentais, cooperativas etc.. Essas instituições desenvolvem trabalhos em conjunto com as associações de PD. O apoio técnico e financeiro para as associações de PD é fornecido pelo GPD.

⁶⁶ Atualmente fazem parte do GPD as empresas: AgrEvo, Basf, Braskalb Agropecuária Brasileira, Cyanamid, Dow Agrociences, Jumil, Manah, Monsanto do Brasil, Novartis, Pionner Sementes e Zeneca Agrícola.

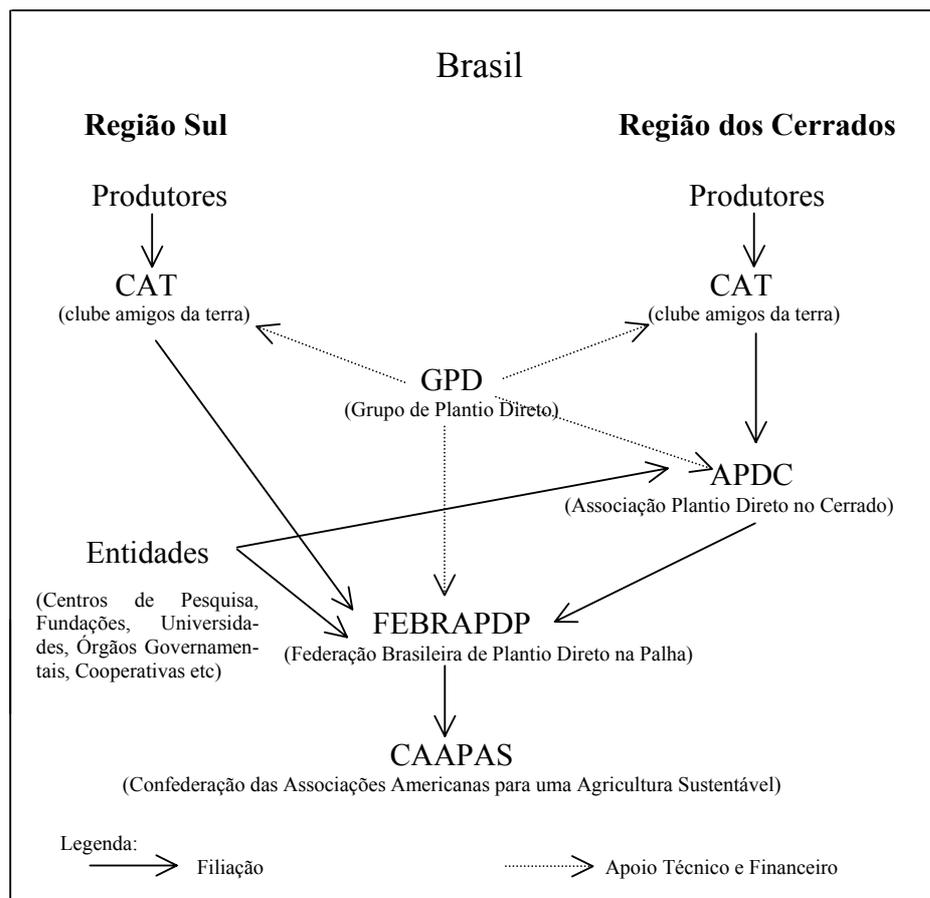
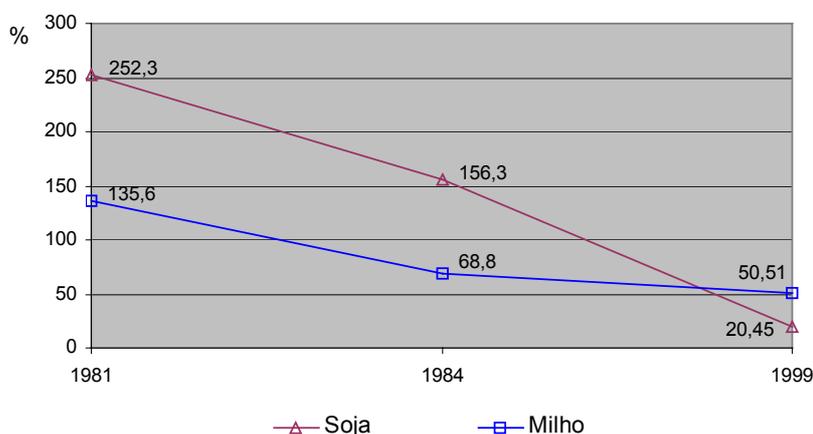


Figura 01 – Representação da afiliação das associações de plantio direto

Administrativamente, as associações de PD (FEBRAPDP e APDC) diferem bastante entre si. A diretoria da FEBRAPDP é composta principalmente pelos agricultores pioneiros em PD no Sul do Brasil, ao passo que a diretoria da APDC é composta principalmente por empresários (consultores autônomos), que realizam uma gestão puramente empresarial.

Os principais representantes da FEBRAPDP desenvolvem outras atividades profissionais, sendo a grande maioria agricultores. Por sua vez, os principais representantes da APDC, possuem como atividades principais as funções administrativo-gerenciais desempenhadas na associação. A localização da sede das associações também nos mostra a diferença administrativa. A sede da FEBRAPDP é no município de Ponta Grossa/PR, ao passo, que a APDC apresenta sua sede em Brasília, ou seja, no centro de decisão política do país. A APDC também concentra o monopólio da representação de interesses das empresas de insumos, em função do potencial agrícola da região dos Cerrados e de sua gestão empresarial.

No que concerne aos custos de produção no PD, nesse período, eles diminuíram sensivelmente, ficando abaixo do custo de produção no PC (Tabelas 18, 19 e 20). A diminuição dos custos no PD deve-se principalmente a uma redução nos custos com herbicidas, em virtude do menor consumo e também de uma queda nos preços dos produtos. Comparando-se o percentual dos gastos com herbicidas no PD em relação ao PC, em 1981, 1984 e 1999, verificamos que na cultura da soja o gasto com herbicidas no PD foi, respectivamente, 252,3%, 156,3% e 20,45% maior do que no PC. Na cultura do milho, os gastos com herbicidas em PD foram, respectivamente, 135,6%, 68,8% e 50,51% maiores do que no PC (Gráfico 03). Nas duas culturas observamos uma redução acentuada dos custos com herbicidas ao longo dos anos.



Fonte: Dados dos Custos de Produção das Tabelas 12, 15 e 19.

Gráfico 03 – Percentual dos custos com herbicidas no sistema de plantio direto, em relação ao plantio convencional.

Analisando-se a produtividade nas culturas da soja e do milho no PD e PC na safra agrícola 1996/97, nas principais regiões produtoras do país, observamos que a produtividade da cultura da soja no PD na região Sul e no estado de São Paulo foi, respectivamente, 0,3% e 1,0% maior do que no PC. Na região dos Cerrados a produtividade foi 1,6% menor no PD (Tabela 19). Na cultura do milho, a produtividade na região Sul foi 1,0% maior no PD. Nos Cerrados e em São Paulo, a produtividade no PD foi respectivamente 0,9% e 0,7% menores do que no PC (Tabela 20). A menor produtividade no PD nos Cerrados deve-se principalmente ao menor tempo de adoção do sistema, quando comparado à região Sul, pois o aumento da produtividade no PD ocorre ao longo dos anos.

O custo de produção da cultura da soja no PD nos Cerrados, região Sul e São Paulo, foi, respectivamente, 5,3%, 8,6% e 6,1% menor do que no PC, em virtude dos menores gastos no preparo do solo. A lucratividade do PD foi maior em todas as regiões do país, 5,6% nos Cerrados, 16,5% na região Sul e 16,3% em São Paulo. A menor lucratividade nos Cerrados foi devido à menor produtividade da cultura da soja no PD.

O custo de produção da cultura do milho no PD também foi menor em todas as regiões do país, 2,8% nos Cerrados, 4,5% na região Sul e 3,9% em São Paulo. A lucratividade também apresentou-se maior em todas as regiões, 23% nos Cerrados, 21,4% na região Sul e 11,8% em São Paulo. Nos Cerrados a lucratividade da cultura do milho, apresentou-se bastante irregular nos estados.

Tabela 18 – Estimativa do custo de produção nas culturas da soja e milho em plantio direto e plantio convencional, na safra agrícola 1998/99¹.

	Soja					Milho				
	PC		PD		Variação ⁵ %	PC		PD		Variação ⁵ %
	US\$/ha	%	US\$/ha	%		US\$/ha	%	US\$/ha	%	
Preparo do solo	38,14	11,2	13,79	4,1	-63,8	69,41	18,1	8,56	2,4	-87,7
Mecanização ³	82,71	24,4	84,95	25,5	2,7	105,26	27,4	105,86	29,4	0,6
Herbicidas	77,55	22,8	93,41	28,0	20,5	28,63	7,4	43,09	12,0	50,5
Insumos ⁴	141,12	41,6	141,12	42,4	0,0	181,1	47,1	202,78	56,2	12,0
Custo Total	339,52	100,0	333,27	100,0	-1,8	384,4	100,0	360,29	100,0	-6,3

Fonte: Elaborado a partir dos dados do AGRIANUAL (2000)

^{1/} A produtividade, foi considerada a mesma nos dois sistemas de produção, 3.000 kg/ha para a soja e 7.200 kg/ha para a cultura do milho.

^{2/} Valores monetários de 1999.

^{3/} Mecanização (plantio, tratamentos culturais, colheita)

^{4/} Insumos (sem herbicidas)

^{5/} PC = 100%

Quanto à evolução da área com PD, a partir de 1992 ela apresentou um crescimento acelerado no Brasil, em virtude da redução dos custos de produção e ao intenso trabalho de difusão realizado pelas associações de PD (Tabela 21). Comparando-se a área com PD na safra agrícola 1992/93 com a área ocupada com PD na safra 1998/99 na região Sul, Cerrados e Brasil, verificamos que a taxa anual de crescimento do PD foi 30,17%, 57,68% e 36,67%, respectivamente. A taxa de crescimento mais alta dos Cerrados, deve-se principalmente à

incorporação mais recente das grandes propriedades produtoras de grãos na região Centro-Oeste, que passaram a adotar o sistema mais intensamente a partir de 1992.

Algumas regiões brasileiras tem-se destacado no alto grau de adoção do sistema. Em alguns municípios, o índice de lavouras com o sistema já atinge 90% da área cultivada. Dentre os municípios com alto grau de adoção podemos destacar: Cruz-Alta e Passo Fundo – RS; Ponta Grossa, Campo Mourão, Londrina, Guarapuava e Cascavel – PR; Rio Verde, Jataí e Cristalina – GO; Rondonópolis, Primavera do Leste, Tangará da Serra e Sorriso – MT; São Gabriel d' Oeste, Chapadão do Sul e Dourados – MS; Região do Triângulo Mineiro – MG; Barreiras – BA, Balsas – MA.

Em resumo, o primeiro período (1972-1979) compreendeu a fase de introdução do sistema de PD nas instituições de pesquisas oficiais e também a participação das empresas privadas (ICI) e dos agricultores no desenvolvimento do sistema. Esse período mostrou claramente a conjunção de interesses formada entre os agricultores pioneiros e as indústrias agrícolas para o desenvolvimento do sistema. O segundo período (1979-1983) abrangeu a retomada do crescimento da área com PD, em virtude das inovações tecnológicas (herbicidas e semeadoras) e a participação ativa dos agricultores, através de suas organizações (Clubes Amigos da Terra e Grupo ABC). O terceiro período (1984-1991) foi marcado principalmente pela adaptação do sistema de PD às condições das pequenas propriedades no sul do país e à introdução de programas de pesquisa dirigidos para o desenvolvimento do sistema na região dos Cerrados. O último período (1992-2000) foi definido pela redução dos custos de produção no sistema de PD e pelo intenso trabalho de difusão realizado pelas associações de PD (FEBRAPDP, APDC e GPD).

Tabela 19 – Estimativa do custo produção e lucratividade na cultura da soja no sistema de plantio direto e convencional na safra 1996/97 em US\$/sc.

	Cultura da Soja										
	Produtividade			Custo de Produção			Receita		Lucratividade		
	PC	PD	Varição ¹	PC	PD	Varição ¹	PC	PD	PC	PD	Varição ¹
Região dos Cerrados	Kg/ha	Kg/ha	%	US\$/ha	US\$/ha	%	US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	%
Goiás	2.453	2.440	-0,5	387,02	357,17	-7,7	578,47	575,37	191,45	218,2	14,0
Minas Gerais	2.475	2.415	-2,4	393,79	384,9	-2,3	621,31	606,18	227,52	221,28	-2,7
Mato Grosso do Sul	2.380	2.293	-3,7	380,44	345,25	-9,3	579,75	558,36	199,31	213,11	6,9
Mato Grosso	2.622	2.620	-0,1	405,63	397,09	-2,1	546,36	546,36	140,73	149,27	6,1
Média	2.483	2.442	-1,6	391,72	371,1	-5,3	581,47	571,57	189,75	200,47	5,6
Região Sul											
Paraná	2.704	2.706	0,1	408,77	379,34	-7,2	694,52	695,26	285,75	315,92	10,6
Rio Grande do Sul	2.077	2.150	3,5	391,86	381,71	-2,6	529,17	547,88	137,31	166,17	21,0
Santa Catarina	2.700	2.650	-1,9	432,62	366,23	-15,4	692,78	679,99	260,16	313,76	20,6
Média	2.494	2.502	0,3	411,09	375,76	-8,6	638,82	641,04	227,74	265,28	16,5
Estado											
São Paulo	2.433	2.458	1,0	427,19	401,12	-6,1	626,52	633,03	199,33	231,91	16,3
Média Brasil	2.481	2.467	-0,6	403,41	376,6	-6,7	608,61	605,30	205,19	228,70	11,5

Fonte: Elaborado a partir dos dados do AGRIANUAL 1998

^{1/} PC = 100%

Tabela 20 – Estimativa do custo produção e lucratividade na cultura do milho no sistema de plantio direto e convencional na safra 1996/97 em US\$/sc.

	Cultura do Milho										
	Produtividade			Custo de Produção			Receita		Lucratividade		
	PC	PD	Variação ¹	PC	PD	Variação ¹	PC	PD	PC	PD	Variação ¹
Região dos Cerrados	Kg/ha	Kg/ha	%	US\$/ha	US\$/ha	%	US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	%
Goiás	5.775	5.750	-0,4	506,56	474,9	-6,3	529,15	526,86	22,59	51,96	130,0
Minas Gerais	6.100	6.050	-0,8	505,42	505,12	-0,1	596,78	591,92	91,36	86,8	-5,0
Mato Grosso do Sul	5.350	5.325	-0,5	508,28	486,86	-4,2	459,59	457,48	-48,69	-29,38	-39,7
Mato Grosso	5.950	5.850	-1,7	503,64	500,34	-0,7	439,61	432,02	-64,03	-68,32	6,7
Média	5.794	5.744	-0,9	505,97	491,81	-2,8	506,28	502,07	0,31	10,27	23,0
Região Sul											
Paraná	5.990	6.000	0,2	456,71	436,91	-4,3	580,41	581,36	123,7	144,45	16,8
Rio Grande do Sul	5.500	5.567	1,2	501,79	479,62	-4,4	620,17	627,72	118,38	148,1	25,1
Santa Catarina	5.750	5.850	1,7	480,65	457,58	-4,8	631,8	642,27	151,15	184,69	22,2
Média	5.747	5.806	1,0	479,72	458,04	-4,5	610,79	617,12	131,08	159,08	21,4
Estado											
São Paulo	5.513	5.475	-0,7	468,83	450,51	-3,9	590,19	586,19	121,36	135,68	11,8
Média Brasil	5.741	5.733	-0,1	491,48	473,98	-3,6	555,96	555,73	64,48	81,75	26,8

Fonte: Elaborado a partir dos dados do AGRIANUAL 1998

1/ PC = 100%

Tabela 21 – Evolução da área com plantio direto na região dos Cerrados, Sul e Brasil, no período de 1992 a 1998.

Ano	Cerrados		Sul		Outros		Brasil
	ha	%	ha	%	ha	%	ha
1992/93	270.000	13,17	1.780.000	86,83	-	-	2.050.000
1993/94	420.000	14,00	2.580.000	86,00	-	-	3.000.000
1994/95	930.000	24,47	2.870.000	75,53	-	-	3.800.000
1995/96	1.800.000	32,73	3.500.000	63,64	200.000	3,64	5.500.000
1996/97	2.676.000	35,74	4.562.000	60,92	250.000	3,34	7.488.000
1997/98	3.000.000	26,49	7.980.000	70,46	345.000	3,05	11.325.000
1998/99	4.150.000	31,06	8.660.000	64,82	550.000	4,12	13.360.000

Fonte: FEBRAPDP (2000)

CAPÍTULO 4

4 - PLANTIO DIRETO NO BRASIL: PROGRAMAS DE DIFUSÃO E MECANISMOS INDUTORES

Conforme apresentamos no capítulo anterior, a partir de 1992, os custos de produção do PD diminuíram sensivelmente, ficando abaixo do plantio convencional. Foi nesse momento que as empresas de insumos, principalmente a Monsanto, em cooperação com as Associações de PD e alguns órgãos de pesquisa, começaram a realizar vários programas de difusão do sistema em diferentes regiões do país.

Os principais programas foram direcionados para o estado do Rio Grande do Sul, e para a região dos Cerrados, em virtude do potencial agrícola das duas regiões. Atualmente os esforços para a difusão do PD estão concentrados no estado de São Paulo, que permanecia à margem do processo. Partindo dos principais projetos desenvolvidos, desde 1992, para difundir o PD, vamos verificar os avanços e perspectivas do sistema, bem como analisar os mecanismos indutores, com base em pesquisa de campo na região dos Cerrados, onde procuramos identificar as motivações para inovar dos agricultores.

4.1 - OS PROJETOS/PROGRAMAS DESENVOLVIDOS PARA A DIFUSÃO DO PLANTIO DIRETO

4.1.1 - PROJETO METAS⁶⁷

Em 1992, o CNPT/Embrapa e a Monsanto do Brasil realizaram, junto ao setor agropecuário, um levantamento das causas que impediam a adoção do PD no planalto do Rio Grande do Sul, mesmo diante da intensa atividade de divulgação do sistema que se processava nesse momento.

O diagnóstico evidenciou que, embora a grande maioria dos usuários estivesse consciente da adoção do PD, haviam três grandes entraves que o impediam de tomar essa decisão: necessidade de ajustes regionais de algumas tecnologias, indisponibilidade de

⁶⁷ Ver Denardin et al. (1997) e Plantio Direto (1997c).

semeadoras adequadas à estrutura fundiária dominante e falta de domínio pleno do sistema pelos técnicos que prestavam assistência técnica.

Os principais ajustes necessários referiam-se, principalmente, à tecnologia de aplicação de herbicidas e manejo da cobertura do solo. Quanto à inadequação dos equipamentos, o diagnóstico indicou que 67% das propriedades rurais da região do planalto Médio eram formadas por áreas de até 50 ha, não comportando, economicamente, a aquisição dos modelos de semeadoras de PD disponíveis no mercado naquele momento.

Com base nesse diagnóstico, o CNPT/Embrapa formulou o Projeto METAS, para a viabilização e difusão do sistema de plantio direto no planalto Rio Grande do Sul. O projeto apresentava ações de pesquisa e de difusão, com os objetivos de ajustar as tecnologias às peculiaridades regionais, adaptar semeadoras à estrutura fundiária e aprimorar o conhecimento dos técnicos sobre o sistema, a fim de que estes possam promover a difusão e a assistência técnica do PD.

Para a execução dessas ações, foi firmando um convênio de cooperação técnica entre o CNPT/Embrapa e as seguintes empresas privadas: Adubos Trevo S.A., Monsanto do Brasil Ltda., Semeato S.A., Indústrias e Comércio e Sementes Agrocere S.A..

A sistemática de difusão da tecnologia adotada no projeto foi composta por ações de treinamentos teórico-práticos, envolvendo assistentes técnicos da EMATER-RS, de cooperativas agrícolas, de prefeituras municipais, de escritórios de planejamento e revendas de insumos agrícolas. Foram instaladas também Unidades de Treinamento e de Demonstração (UTD), que serviam, num primeiro momento, ao aprendizado do técnico e, num segundo momento, de campo demonstrativo para a difusão do sistema. Além dessas ações, os assistentes técnicos organizaram excursões, dias de campo, seminários regionais, cursos e demonstrações técnicas para a difusão do PD a produtores rurais.

O Projeto METAS apresentou um grande êxito em relação à difusão do sistema. Analisando-se a evolução da área com semeadura direta em 49 municípios pertencentes às regiões do Planalto Médio e Alto Uruguai, verificamos que um ano após a instalação do projeto, a área com PD aumentou de 45 mil ha para 150 mil ha. Nas safras subsequentes, 1994/95, 1995/96 e 1996/97, as áreas sob PD atingiram, respectivamente, 420 mil ha, 620 mil ha e 825 mil ha, perfazendo 90 % da área total cultivada.

O sucesso do projeto, observado já em seu primeiro ano de implementação, motivou sua expansão para outras três regiões do estado: planalto Sul-riograndense, planície Costeira e região Sul. Esses novos projetos de pesquisa e difusão do sistema de PD foram identificados como Projeto METAS, para as ações do planalto do estado, e Projeto METAS-SUL, para as ações no sul do estado. Nesse momento, novas instituições públicas e privadas foram agregadas, destacando-se a Embrapa Clima Temperado, a Universidade Federal de Pelotas, a Companhia Agrícola Extremo Sul e a Máquinas Agrícolas Jacto S.A..

A partir de 1992, a evolução da área com PD no estado do Rio Grande do Sul apresentou uma taxa de crescimento bastante alta. Comparando-se a área de PD nas safras agrícolas de 1992/93 e de 1998/99, nota-se que a taxa de crescimento do PD no estado aumentou 43,57% ao ano (Gráfico 04). A evolução da área com PD deve-se, principalmente, à implementação dos Projetos METAS e METAS-SUL e também à redução dos custos de produção no PD.

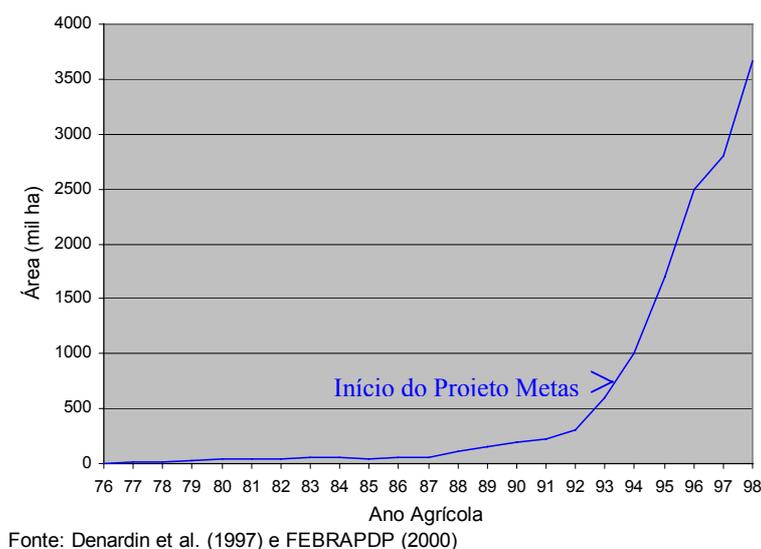


Gráfico 04 – Evolução da área de lavoura sob sistema de plantio direto no estado do Rio Grande do Sul.

4.1.2 - PROJETOS DESENVOLVIDOS PARA DIFUNDIR O PLANTIO DIRETO NAS PEQUENAS PROPRIEDADES

A partir de 1992, vários projetos foram desenvolvidos para difundir o PD nas pequenas propriedades no sul do país. No estado do Paraná, o IAPAR instituiu, em 1993, o

Projeto de Plantio Direto na Pequena Propriedade, em parceria com a Emater-Paraná, indústrias de insumos e máquinas, órgãos da Secretaria da Agricultura do Paraná, FEBRAPDP e agricultores. O objetivo do projeto era o de difundir as tecnologias geradas e adaptadas pelo IAPAR para a pequena propriedade⁶⁸.

No estado de Santa Catarina, a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agrícola), através do Centro de Pesquisa para a Pequena Propriedade, realizou um importante trabalho de difusão do sistema de PD na região do Alto Vale do Itajaí e na região Oeste. No entanto, somente a partir de 1991, com a implementação do Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas - Projeto Microbacias/BIRD, foi que esta tecnologia começou a ser adotada em escala maior no estado (Freitas, 1997).

No Rio Grande do Sul, a partir de 1993 foram iniciadas as primeiras experiências de difusão do PD para as pequenas propriedades na região do Alto Uruguai, pela EMATER-RS e a Cooperativa COTREL/Erechim. Essas instituições difundiram o PD com tração animal e matracas manuais, através de unidades demonstrativas, acompanhamentos e testes de campo. Em 1995, a EMATER-RS, juntamente com a Embrapa Trigo e extensionistas rurais, intensificou o trabalho de difusão do sistema.

No processo de difusão do PD para as pequenas propriedades foram realizados quatro Encontros Latino Americano sobre Plantio Direto na Pequena Propriedade, o primeiro em 1994, na cidade de Ponta Grossa/PR, o segundo no município de Edelira/Paraguai, em 1996, o terceiro em Pato Branco/PR, em 1998, e o último em Erechim/RS, em 2000.

Na região dos Cerrados, em decorrência da estrutura fundiária da região, praticamente não houve trabalhos de difusão do PD para as pequenas propriedades. Um dos poucos trabalhos desenvolvidos foi realizado pela Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em conjunto com a Monsanto, no município de Inhumas/GO. O projeto foi iniciado em 1994 com dezessete famílias de pequenos produtores rurais (área média de 7 ha) associados à APASA (Associação de Pequenos Agricultores do Serra-Abaixo) (Direto no Cerrado, 1997).

⁶⁸ No Paraná, a integração com as indústrias de máquinas permitiu um grande avanço em termos de equipamento. As indústrias colocaram no mercado máquinas adaptadas para o PD com tração animal (plantadeira, rolo-faca, pulverizadores, distribuidor de esterco e calcário, grade de discos, escarificador). No caso dos pulverizadores, existe também a opção de tração humana e, para áreas muito declivosas ou com presença de tocos e pedras, existe uma matraca adaptada para o PD (Ribeiro, 1998).

4.1.3 - PROJETOS DESENVOLVIDOS NOS CERRADOS

Na região dos Cerrados, até o início da década 90, as poucas pesquisas realizadas na região foram quase que exclusivamente da iniciativa privada. A partir de 1991, as pesquisas começaram a ser desenvolvidas em parceria entre a iniciativa privada e os órgãos públicos. A Monsanto foi a principal responsável por essas parcerias, realizando convênios com várias instituições de pesquisa e universidades, para o desenvolvimento de tecnologias para o sudoeste de Goiás, norte de Mato Grosso, Distrito Federal, Triângulo Mineiro e Mato Grosso do Sul (Globo Rural, 1994). A empresa também investiu na abertura de campos experimentais, ampliando substancialmente as pesquisas com novas culturas, tanto para safrinha, quanto para a cobertura do solo.

Nos Cerrados, a falta de pesquisa para resolver os problemas técnicos dos produtores fez com que os associados da COAGRI se mobilizassem e fundassem sua própria instituição de pesquisa. Assim, foi criada, em 1992, a Fundação MS, com o propósito de dar suporte às necessidades tecnológicas dos produtores na região de Maracaju/MS. É interessante observar que esse processo foi idêntico ao processo de formação da Fundação ABC, na região dos Campos Gerais do Paraná.

A Fundação MS tornou-se uma das grandes responsáveis pelas pesquisas em PD nos Cerrados, desenvolvendo tecnologias principalmente para os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. As pesquisas realizadas buscavam novas alternativas de culturas que cobrissem o solo no período do outono, inverno e primavera, para viabilizar os programas de rotação de cultura que estavam sendo desenvolvidos para a região.

Outra instituição que colaborou para o desenvolvimento do PD nos Cerrados foi a Fundação MT. A Fundação MT foi fundada em 1994, com o mesmo objetivo da Fundação MS, ou seja, fornecer respostas rápidas para os problemas técnicos dos agricultores. Nesse período, o avanço de doenças na soja causadas pelo nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) e do Cancro da Haste da Soja (*Diaporthe phaseolorum f. sp meridionalis*) ameaçavam a viabilidade econômica da cultura na região.

As pesquisas realizadas pelo CPAO/Embrapa comprovaram que o nematóide do cisto da soja era disseminado, entre outras formas, no processo de aração e gradagem na presença de ventos. Assim, o PD começou a receber mais a atenção dos pesquisadores, passando a ser

difundido na região para o controle do nematóide do cisto da soja, em virtude de reduzir o trânsito de máquinas na área e também por proteger os solos da ação dos ventos⁶⁹.

O grande impulso para o desenvolvimento do PD nos Cerrados, ocorreu em função dos trabalhos de difusão realizados, a partir de 1992, pelas associações de PD. A APDC, juntamente com o GPD, realizou um amplo trabalho de difusão do sistema, através de eventos sub-regionais. Entre 1992 e 1998, foram feitos entre três a quatro eventos desta natureza por ano, cobrindo os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais e Bahia (Landers, 1998).

Outro mecanismo adotado pela APDC para difundir o PD foi o incentivo à formação dos CATs. Os primeiros Clubes se formaram em 1992 nos municípios de Jataí e Rio Verde, no estado de Goiás, e posteriormente outros CATs se formaram em toda a região (Anexo 02).

O CAT de Rio Verde, em conjunto com outras instituições como a APG (Associação dos Produtores de Grãos), e a COMIGO (Cooperativa dos Produtores do Sudoeste Goiano) realizaram várias palestras, encontros e áreas demonstrativas de campo, fornecendo um suporte básico para que a tecnologia fosse introduzida na região.

O sucesso obtido pelo CAT de Rio Verde pode ser observado pela evolução da área com PD na região de Rio Verde. No início da formação do CAT em 1992, a região apresentava cerca de 2 mil ha sob PD. No ano seguinte, a área com PD passou para 5 mil ha e em 1997/98, o sistema atingiu 170 mil ha com PD, correspondendo a 80% da área sob culturas de verão (Plantio Direto, 1998). O sucesso alcançado pelo CAT de Rio Verde na difusão do sistema fez com que ele passasse a ser difundido como um modelo para a região dos Cerrados.

As associações de PD também realizaram dois encontros nacionais na região dos Cerrados, visando difundir o sistema na região. Em 1996, foi realizado em Goiânia/GO o 5º Encontro Nacional de Plantio Direto e, em 1998, foi realizado o 6º Encontro Nacional de Plantio Direto em Brasília.

⁶⁹ O nematóide chegou ao Brasil no início da década de 90 e se alastrou rapidamente por todo o país, passando dos estados dos cerrados (Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), para os campos do sul do país. Este verme é responsável por quedas de 30 % a 50% da produção de soja em áreas contaminadas (Monsanto, 1997).

4.1.4 - O PROJETO DE DIFUSÃO DO PLANTIO DIRETO NO ESTADO DE SÃO PAULO

O estado de São Paulo caracterizado por apresentar uma agricultura moderna, permaneceu à margem dos avanços do PD até a primeira metade dos anos 90, quando foi lançado um programa para difundir o sistema no estado.

As primeiras experiências com PD em São Paulo foram realizadas no começo da década de 80, mas diversos fatores dificultaram o seu desenvolvimento, entre eles: (i) o fato do sistema não estar totalmente desenvolvido no período; (ii) os solos do estado serem em sua maioria argilosos, dificultando o plantio com as semeadoras existentes; (iii) as dificuldades na obtenção de cobertura no inverno, principalmente nas regiões norte e noroeste do estado; (iii) a ausência de um projeto de difusão do PD e de pesquisas direcionada à região, por parte das instituições de pesquisa e universidades presentes no estado, como o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) e a Esalq (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz).

A partir de 1998, as associações de PD (APDC, FEBRAPDP e GPD), em parceria com a secretaria de Agricultura de SP e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), começaram um programa para difundir o PD no estado. O primeiro passo do programa foi fazer um levantamento das necessidades específicas de cada microrregião do estado, a fim de identificar as demandas locais (Plantio Direto, 1999).

Em um segundo momento, foi realizado um treinamento dos técnicos da CATI e identificadas as áreas potenciais para o desenvolvimento do sistema, no intuito de concentrar os trabalhos de difusão. O estudo revelou treze municípios com grande potencial para o desenvolvimento do sistema: Andradina, Araçatuba, Avaré, Guáira, Dracena, Batatais, Fernandópolis, Jaboticabal, Ourinhos, Orlandia, Presidente Prudente, São João da Boa Vista e São José do Rio Preto. Posteriormente, foram instaladas áreas demonstrativas em todos os municípios e foi realizado um intenso trabalho de difusão do sistema, como palestras e seminários⁷⁰.

O Governo de São Paulo, através do Fundo de Expansão Agropecuário e da Pesca (FEAP), abriu uma linha de crédito específica para a compra de semeadoras e outros implementos utilizados em lavouras sob PD. O programa beneficia prioritariamente os mini e

⁷⁰ O VIII Encontro Nacional de PD será realizado em 2002 em São Paulo, para ajudar na difusão do sistema no estado.

pequenos produtores rurais. O teto de financiamento é de até 15 mil reais por produtor, associação ou cooperativa, com um prazo de pagamento de até quatro anos e um ano de carência. O programa, em dois anos, atendeu a 980 produtores e foram liberados até o momento cerca de 13,4 milhões de reais em créditos (A Granja, 2000).

Os resultados do programa começaram a aparecer na evolução da área com PD. Na safra agrícola 97/98, o estado apresentava apenas 45 mil ha sob PD, na safra 1999/2000 a área com PD aumentou para 601.400 ha, correspondendo a 17% da área com grãos e fibras no estado (Direto no Cerrado, 2000).

4.1.5 - AS ASSOCIAÇÕES DE PLANTIO DIRETO E A PARTICIPAÇÃO DO ESTADO

No capítulo anterior, mostramos que as Associações de PD foram as principais protagonistas da difusão do PD depois do desenvolvimento do sistema. Cabe salientar, no entanto, que a participação do Estado pôde ser sentida em vários momentos, principalmente durante o processo de introdução e calibração do sistema, como por exemplo o trabalho desenvolvido nas instituições de pesquisa oficial, e a pressão exercida pelos Bancos (Banco do Brasil) sobre os produtores da região dos Campos Gerais, para que os mesmos realizassem práticas conservacionistas em suas propriedades. As ações do Estado, portanto, também contribuíram para a difusão do sistema de PD.

Atualmente, as associações de PD, além de articular todo o processo de difusão do sistema, vêm pressionando o Governo a implementar instrumentos de políticas agrícolas de incentivo, tais como: (i) prioridade no aporte dos recursos do crédito rural de custeio para os usuários do sistema; (ii) crédito rural diferenciado para a aquisição de máquinas destinadas ao PD; (iii) prioridades nas pesquisas em PD pelos órgãos de fomento à pesquisa; (iv) Imposto Territorial Rural (ITR) diferenciado e reduzido para áreas cultivadas sob PD.

Os primeiros resultados obtidos, começaram a aparecer a partir do Plano de Safra 97/98, que passou a apresentar uma redução da alíquota do PROAGRO (Programa de Garantia da Atividade Agropecuária) para os produtores que utilizam o sistema de PD. A redução na taxa do PROAGRO para as principais culturas encontra-se na Tabela 22.

Tabela 22 – Valor da alíquota do PROAGRO para diferentes culturas no sistema de plantio direto e plantio convencional, com zoneamento agrícola.

Culturas	PC	PD
Arroz e feijão	6.7 %	5.7 %
Algodão, milho e soja	3.9 %	2.9 %

Fonte: Plano de Safra 1997/98.

Além da redução da taxa do PROAGRO, o Banco Central publicou, no dia 10 de setembro de 1997, a resolução número 2.422, na qual fica estabelecido que o produtor que usar o PD em sua lavoura poderá ter uma indenização do seguro de até 100% (Plantio Direto, 1997b).

Outra importante conquista foi o reconhecimento da FEBRAPDP como uma entidade de utilidade pública federal pelo Ministério da Justiça em 1988. Esse reconhecimento facilita o desenvolvimento de programas em conjunto com os diversos órgãos do Governo.

Uma das mais recentes conquistas das Associações de PD é a prioridade nas pesquisas em PD pelos órgãos de fomento às pesquisas no Brasil. Atualmente a FEBRAPDP, com o apoio da APDC, e em conjunto com a Embrapa e a FUNAPE/GO (Fundação de Apoio a Pesquisa), estão desenvolvendo o “Projeto Plataforma Tecnológica para o Direcionamento de Projetos Cooperativos de P&D em Sistema Plantio Direto”. O projeto é patrocinado pelo CNPq/PADCT⁷¹.

O objetivo do projeto é organizar as informações em uma plataforma tecnológica para orientar o direcionamento de projetos cooperativos de P&D em PD, bem como de apontar gargalos que estão necessitando ser equacionados, sejam eles de âmbito nacional e/ou regional. Portanto, o Estado passa a ser também um importante promotor do PD no Brasil.

4.2 - OS MECANISMOS INDUTORES DO PLANTIO DIRETO NO BRASIL

A análise histórica do processo de desenvolvimento do PD no Brasil permitiu uma compreensão de sua trajetória como resultado da conjunção de interesses entre diversos segmentos: agricultores pioneiros, indústrias de insumos e equipamentos agrícolas, e o Estado. Conforme apresentamos nos capítulos anteriores, os agricultores tiveram uma participação

⁷¹ (Projeto CNPq/PADCT n.62.0041/99-4).

muito grande no desenvolvimento da tecnologia, visto que a trajetória tecnológica, seguida pelo sistema de PD, delineou-se à medida que as demandas dos agricultores foram sendo atendidas.

Nos estados da região Sul, a análise das informações disponíveis mostrou que o principal mecanismo indutor no início do PD foi o problema da erosão, ou seja, os produtores adotaram a tecnologia para controlar a erosão, mesmo com um custo de produção maior. Numa enquete realizada pela ICI em 1978, em que foram entrevistados 306 agricultores, as principais razões apontadas para a adoção e a continuação no sistema de PD, foram o controle da erosão (85%), o ganho de tempo nas operações de plantio (39%), a retenção da umidade no solo (28%) e economia de combustível (28%), conforme apresentado na Tabela 23⁷².

As principais limitações apresentadas pelos agricultores foram o alto custo com herbicidas (40%), a dificuldade no manejo das plantas daninhas (20%) e maquinários não adequados (16%). Essas limitações foram os principais entraves no início do sistema, conforme discutimos no capítulo 3.

Tabela 23 – Principais motivos apontados pelos agricultores em 1978, para a adoção do plantio direto e as principais limitações do sistema.

Adoção		Limitações	
Motivo	%	Fatores	%
Controle da erosão	85	Alto custo com herbicidas	40
Ganho de tempo nas operações de plantio	39	Dificuldade no manejo das plantas daninhas	20
Retenção de umidade no solo	28	Maquinários não adequados	16
Economia de combustível	28	Ineficiência dos herbicidas	13
Melhor desenvolvimento das plantas ¹	27	Falta de assistência técnica	5
Economia de maquinário e implementos	10	Não vêem desvantagens	15
Economia de mão-de-obra	17	-	-

Fonte: Elaborado a partir dos dados de Muzilli (1981)

^{1/} Melhor emergência e desenvolvimento inicial das plantas

OBS: As respostas não implicavam em apenas uma escolha, portanto, os dados não totalizam 100%.

Uma outra pesquisa realizada em 1984, abrangendo uma área de 15 municípios no Norte do Paraná, na qual foram entrevistados 173 produtores associados da COCAMAR, mostrou que a grande maioria dos agricultores entrevistados haviam adotado o PD

⁷² As respostas não implicavam em apenas uma escolha, portanto, os dados não totalizam 100%.

recentemente, sendo que 16% a menos de um ano, 70% entre um e dois anos e 14% a mais de dois anos. A área total amostrada apresentava-se com 270 mil ha com soja, sendo 235.900 ha com plantio convencional (87,37%) e 34.100 ha com PD (12,63%).

A pesquisa revelou que o principal fator responsável pela adoção do PD foi o controle da erosão/conservação do solo com 70% (Tabela 24). Os principais benefícios apresentados pelo sistema, segundo os agricultores, foram a redução da erosão (21%) e a rapidez no plantio (19%), em função da eliminação das operações de aração e gradagem. E as principais dificuldades levantadas pelos agricultores, por sua vez, foram o custo com herbicidas (37%), a compactação do solo (17%) e o manejo das plantas daninhas (16%).

Tabela 24 - Os principais motivos apontados pelos agricultores da região Norte do Paraná, em 1984, para a adoção do plantio direto, os principais benefícios e dificuldades apresentados pelo sistema.

Adoção		Benefícios		Dificuldades	
Motivo	%	Fatores	%	Fatores	%
Redução da taxa de erosão ¹	70	Redução da taxa de erosão	21	Custo com herbicidas	37
Redução/custo de produção	23	Rapidez no plantio	19	Compactação do solo	17
Outros	7	Redução/custo de produção	18	Manejo das plantas daninhas	16
-	-	Outros benefícios	37	Formação da cobertura morta	6
-	-	Nenhum benefício	5	Outras dificuldades	14
-	-	-	-	Nenhuma dificuldade	10

Fonte: Elaborado a partir dos dados de Rigolin (1985)

1/ Redução da taxa de erosão e conservação do solo

Em resumo, estes resultados de pesquisas mostraram que o controle da erosão foi o principal mecanismo indutor do PD, durante o seu processo de calibração no sul do país. À medida que o sistema foi evoluindo, e os entraves tecnológicos sendo superados, os custos de produção foram diminuindo em comparação com o plantio convencional, com isso, o principal mecanismo indutor passou a ser o fator econômico, ou seja, a redução do custo de produção.

No caso de pequenos agricultores, o PD tem como característica principal o uso da tração animal, em virtude da restrição econômica na aquisição de máquinas agrícolas e também em função das condições topográficas das propriedades, pois estas se encontram, em sua maioria, em áreas bastante declivosas.

Darolt (1997), Melo (1997) e Ribeiro (1998) explicitam que o principal fator indutor do PD com tração animal é a redução da mão-de-obra, pois este é o componente que mais influi na tomada de decisão para a adoção do sistema em pequenas propriedades. De acordo com Ribeiro (1998), quando foi desenvolvido o Projeto de Plantio Direto na Pequena Propriedade, os técnicos tinham em vista no PD o desenvolvimento de uma técnica para controlar a erosão. Porém, os agricultores estavam adotando o sistema primeiramente pela redução na mão-de-obra e pelo aumento da produtividade, que acontece a longo prazo.

A redução da mão-de-obra nas pequenas propriedades é muito importante. Como os agricultores trabalham somente com a mão-de-obra da família, essa redução permite um melhor escalonamento e a flexibilização da mão-de-obra, minimizando acúmulos e picos na jornada de trabalho em determinadas épocas do ano. Com isso, tem-se a oportunidade de agregar novas explorações econômicas ao processo produtivo, através da diversificação da propriedade.

A comparação da demanda de mão-de-obra entre o sistema convencional e o PD tração animal encontra-se na Tabela 25. A demanda de mão-de-obra (horas/homem) para formação de culturas de cobertura até a colheita do milho, demandou em média 35 horas/homem no sistema de PD, contra 92,5 horas/homem para o sistema convencional, representando uma economia de 68,3% de mão-de-obra nas situações e sistemas testados. Melo (1998) comparou ainda o quanto caminha um agricultor em plena ação de trabalho. Segundo o pesquisador, o agricultor caminha em média 155 km no plantio convencional, contra 65 km no PD. Ele ressalta ainda que a semeadora e o pulverizador testados apresentam a comodidade para o operador realizar o trabalho sentado, destacando a evolução das máquinas e equipamentos direcionados à humanização dos serviços rurais nas pequenas propriedades.

Tabela 25 – Comparativo da demanda de mão-de-obra na cultura do milho (1 ha), no sistema de plantio convencional e plantio direto tração animal.

Operações	PC	PD
	Horas/Homem	
Semeadura	2	2
Gradagem	4	2
Aração	2	---
Sulcamento	5	---
Adubação Base	3	---
Plantio	5	4
Dessecação	---	1
Rolagem	---	3,5
Aplicação de herbicidas	---	1,0
Capina	50	---
Adubação nitrogenada	3	3
Dobra	3,5	3,5
Colheita	15	15
Total	92,5	35

Fonte: Melo (1998).

Segundo Melo (1997), outros fatores impulsores do PD tração animal são: o controle da erosão, o incremento da renda e o aumento da produtividade das culturas. Por outro lado, entre os fatores restritivos ao sistema na pequena propriedade, segundo Darolt (1995), está o baixo nível de conhecimento apresentado pelos produtores no uso de herbicidas (preparo de caldas, doses, épocas de aplicação e condições de segurança), além de regulagens da máquina e do manejo das coberturas.

4.2.1 - O CASO DOS CERRADOS

Conforme apresentamos no Capítulo 2, o PD foi introduzido na região dos Cerrados no início dos anos 80, por um grupo de agricultores familiarizados com o sistema de PD no Sul do país, com o objetivo de proteger os solos da erosão. O desenvolvimento do sistema foi

muito lento, porque as diferenças edafoclimáticas entre as regiões Sul e Cerrados fez com que uma tecnologia específica tivesse que ser desenvolvida para a região.

A evolução do PD na região foi muito lenta durante toda a década de 80. Na safra agrícola 1990/91, o sistema contava com apenas 87 mil ha. A partir do início dos anos 90, o sistema apresentou uma evolução surpreendente. Atualmente, os Cerrados apresentam uma área de 4.150 mil ha, correspondendo a 30% da área com culturas de grãos. Comparando-se a área ocupada com PD na safra agrícola 1990/91 e na safra 1998/99, verificamos que a taxa anual de crescimento foi de 62,11%.

A alta taxa de crescimento do sistema de PD nos Cerrados nos levou à realização de uma pesquisa para verificar quais os mecanismos indutores do PD que estão presentes na região e também elaborar uma tipologia dos estabelecimentos rurais que utilizam essa técnica. Para atingir esses objetivos, aplicamos um questionário aberto com 40 produtores da região, utilizando-se da metodologia do Diagnóstico dos Sistemas Agrários⁷³.

A definição da área de estudo nos Cerrados foi, principalmente em função do tempo de introdução do PD e das condições climáticas. As áreas selecionadas para a pesquisa foram os municípios de Rio Verde, no sudoeste de Goiás e Uberlândia no Triângulo Mineiro. Estas duas regiões apresentam diferenças fundamentais para a nossa pesquisa.

A região de Rio Verde foi a primeira área nos Cerrados em que os produtores começaram a adotar o PD. A região apresenta condições climáticas mais favoráveis (melhor distribuição pluviométrica) ao desenvolvimento das culturas de inverno, necessárias para a formação da cobertura morta, uma das exigências do sistema. O município de Rio Verde atualmente é considerado o pólo de desenvolvimento do PD nos Cerrados.

Na região de Uberlândia, em que o PD foi adotado posteriormente, o sistema passa a ter uma aceitação mais efetiva a partir de 1994. Com relação às condições climáticas, o regime pluviométrico não é favorável ao desenvolvimento das culturas de inverno, dificultando a formação da cobertura morta.

⁷³ A metodologia do Diagnóstico dos Sistemas Agrários, foi proposta pelos autores MAZOYER, P. GROppo e M. DUFUMIER. Esse método pressupõe a coleta de informações com alto grau de confiança, permite questionários detalhados, com menores recursos humanos e financeiros quando comparados aos métodos amostrais tradicionais, por não necessitar de um número muito grande de questionário. Entre 30 e 50, são considerados suficientes, desde que haja uma experiência do tema por parte dos pesquisadores, para cumprir os objetivos propostos.

As diferenças entre as duas regiões, no que se refere ao período de adoção e as condições climáticas, garantiram à nossa pesquisa uma boa representatividade da região dos Cerrados. A Região de Rio Verde representa as áreas com condições climáticas mais favoráveis ao PD, ao passo que Uberlândia representa as áreas com condições climáticas menos favoráveis.

Tipologia

O estabelecimento de uma tipologia ajuda a compreender melhor a realidade agrícola que estamos estudando, particularmente na análise comparativa dos diferentes tipos de unidade a ser pesquisada. Para a elaboração da tipologia dos estabelecimentos agrícolas, submetemos os dados coletados na pesquisa de campo à Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*).

A Análise de Agrupamentos é utilizada quando se deseja explorar as similaridades entre indivíduos, distinguindo-os em grupos, em que são levadas em consideração no indivíduo todas as variáveis analisadas. Em nosso estudo, a escolha das variáveis visou permitir a análise dos mecanismos indutores, e os aspectos técnicos e ambientais do sistema de PD nos Cerrados. Portanto, as variáveis selecionadas para determinação dos grupos foram as seguintes:

- o ano em que começou a utilizar o PD;
- a área atual com PD;
- o motivo que o levou a adotar o PD;
- as principais vantagens do PD;
- as principais dificuldades surgidas no início do PD;
- se houve aumento de produtividade após a adoção do PD;
- se já retornou alguma vez ao plantio convencional;
- se havia problemas de erosão antes da utilização do PD;
- se há atualmente problema com erosão;
- se faz rotação de cultura;
- se faz rotação agricultura pecuária;
- se utiliza cultura de cobertura para formação de palhada;

- se verifica alguma dificuldade para formação de palha no solo;
- se houve aumento no consumo de herbicidas;
- se tem observado evolução no quadro das plantas daninhas;
- se houve aumento na incidência de doenças;
- se houve aumento na incidência de pragas;
- se as semeadoras utilizadas são adequadas;
- se é associado ou participa com frequência de atividades promovidas pelo CAT

Na análise de agrupamentos, utilizamos o método de hierarquização. Esse método, parte de uma matriz simétrica de coeficientes de associação entre variáveis, para a combinação das mesmas, segundo os níveis hierárquicos de similaridade. Para isso, o método utiliza-se de um procedimento aglomerativo, de tal modo que cada ciclo de agrupamento obedeça a uma ordem sucessiva no sentido do decréscimo de similaridade. Embora diversas medidas de similaridade tenham sido propostas, somente duas são mais usadas: o coeficiente de correlação e o coeficiente de distância.

Em nossas análises utilizamos o coeficiente de distância como medida de similaridade. Esse coeficiente expressa o grau de similaridade entre distâncias em um espaço multi-dimensional, ou seja, quanto maior a distância, maior o grau de similaridade e vice-versa. A medida de distância utilizada foi a Distância Euclidiana⁷⁴.

Existem várias técnicas de agrupamentos, sendo que as mais usadas são o método de ligação simples (*single linkage method*), o método de ligação completa (*complete linkage method*), o método das médias das distâncias sem ponderação (*unweighted pair-group average method*), o método das médias das distâncias com ponderação (*weighted pair-group average method*), e o método de Ward (*Ward's method*).

A partir da tabulação dos dados presentes nos questionários, estandardizamos as variáveis selecionadas antes de submetê-las ao processo de análise⁷⁵. Com as variáveis estandardizadas, realizamos as análises utilizando a seguinte metodologia:

- 1 - método hierárquico;

⁷⁴ Nessa medida, a distância D entre dois pontos x e y, cuja localização é especificada num sistema de coordenadas cartesianas n-dimensional, será fornecida pela fórmula:

$$D_{x,y} = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right]^{1/2}$$

⁷⁵ Na estandardização (padronização) dos dados, todos os valores das variáveis existentes são substituídos por valores unificados, calculados da seguinte maneira: Valor Padrão = (Valor Observado – Média) / Desvio Padrão.

- 2 - medida de similaridade – coeficiente de distância;
- 3 - coeficiente de distância – Distância Euclidiana;
- 4 - técnica de agrupamentos
 - 4.1 - método de ligação simples (*single linkage method*);
 - 4.2 - método de ligação completa (*complete linkage method*);
 - 4.3 - método das médias das distâncias sem ponderação (*unweighted pair-group average method*);
 - 4.4 - método das médias das distâncias com ponderação (*weighted pair-group average method*);
 - 4.4 - método de Ward (*Ward's method*).

Um dos problemas apresentados nas técnicas de análise de agrupamentos é a dificuldade de decidir qual a técnica de agrupamento a ser utilizada e também o número de grupos formados. A técnica de agrupamento e a identificação dos grupos formados fica a critério do grau de conhecimento/interpretação do pesquisador. Em nosso trabalho, a partir dos resultados obtidos, geramos um dendograma para cada técnica de agrupamento (ver Anexo 03).

No caso do dendograma, o procedimento geral é fazer um corte onde os pontos de junção entre as variáveis começam a ter um distanciamento muito grande, no sentido de definir os grupos. Para uma visualização dos níveis de junção entre as variáveis, foi gerado um gráfico para cada técnica de agrupamento, de modo que os níveis de junção pudessem ser acompanhados passo a passo (ver Anexo 03). Através dele, verificamos onde se deu o primeiro maior salto entre os níveis de junção, e realizamos um corte nesse salto e definimos os grupos para cada técnica de agrupamento utilizado.

Em nosso trabalho, os melhores resultados, ou seja, os grupos mais próximos à realidade observada no campo, foram obtidos pelo método de Ward (*Ward's method*). Este método utiliza uma análise de aproximação e de discrepância de modo a avaliar as distâncias entre agrupamentos, calculando a mínima variância dentro do grupo e a máxima variância entre os grupos. Os resultados apresentados pelo método de Ward encontram-se nos Gráficos 05 e 06. A partir da análise do dendograma podemos visualizar as relações das amostras agrupadas.

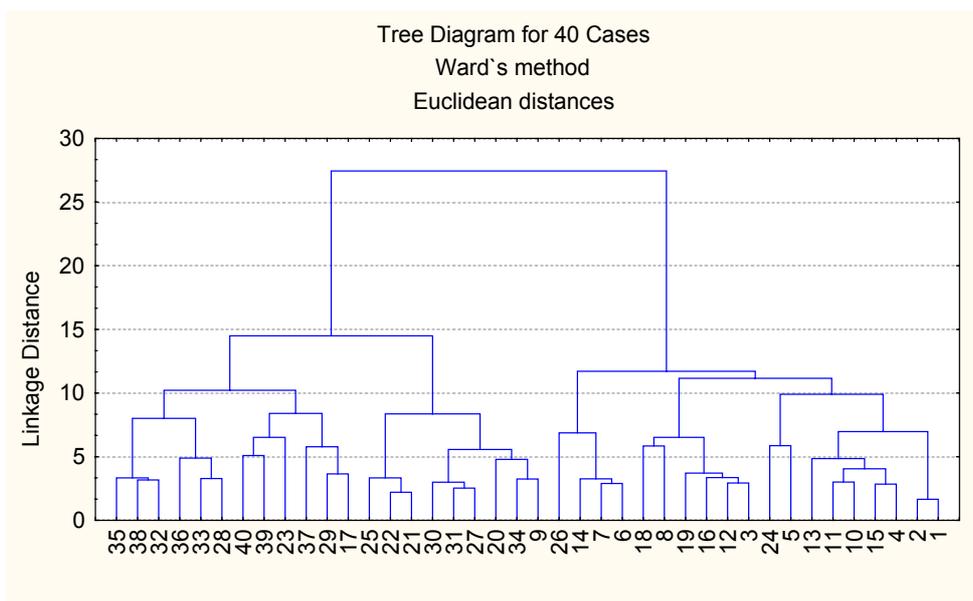


Gráfico 05- Representação gráfica das ligações existentes entre os 40 estabelecimentos agrícolas pesquisados. A técnica utilizada foi o método de Ward e a medida de distância foi a Distância Euclidiana.

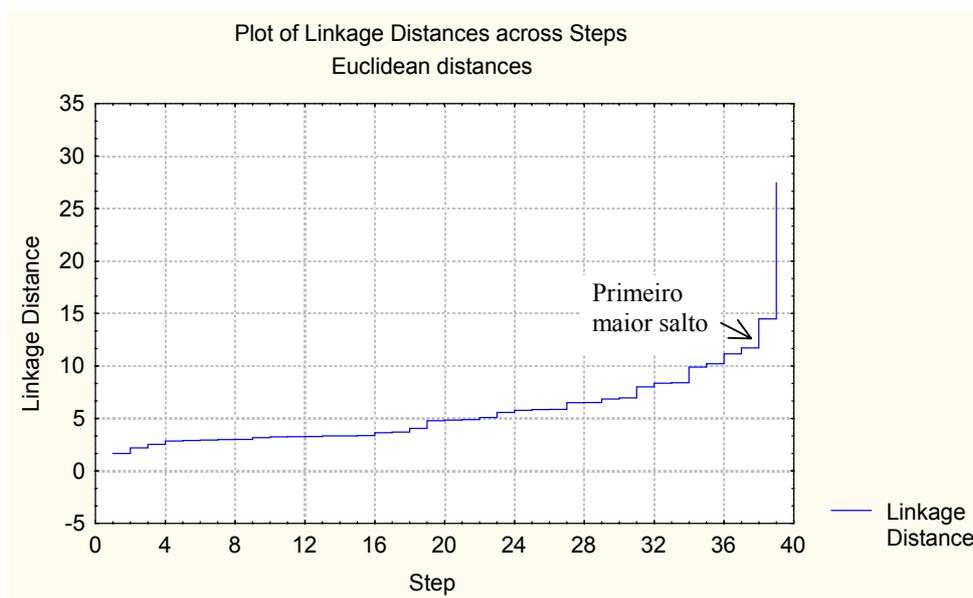


Gráfico 06 – Níveis de junção entre as variáveis.

Através da matriz da *Amalgation Schedule*⁷⁶ (ver Anexo 04), verificamos que o primeiro maior salto entre os níveis de junção, ocorreu entre os níveis 11.71603 e 14.49471. Nesse intervalo, nós realizamos o corte, e observamos a formação de 3 grupos (Gráfico 07). Os grupos formados, com os respectivos número de estabelecimentos rurais presentes em cada um e os questionários correspondentes a cada estabelecimento, encontram-se assim definidos:

Grupo 1 (12 estabelecimentos) – 35, 38, 32, 36, 33, 28, 40, 39, 23, 37, 29, 17;

Grupo 2 (09 estabelecimentos) – 25, 22, 21, 30, 31, 27, 20, 34, 9;

Grupo 3 (19 estabelecimentos) – 26, 14, 7, 6, 18, 8, 19, 16, 12, 3, 24, 5, 13, 11, 10, 15, 4, 2, 1;

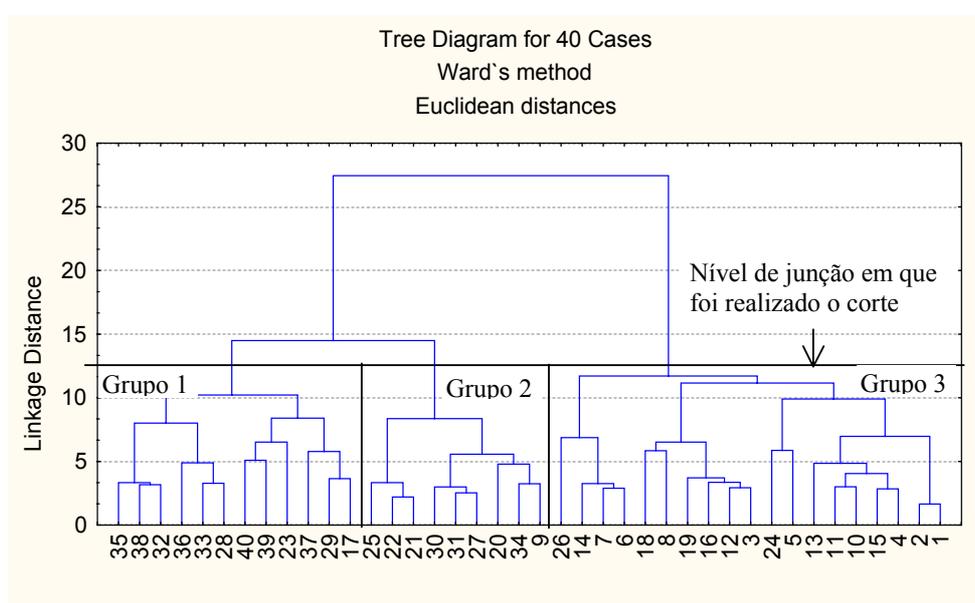


Gráfico 07 - Representação gráfica dos grupos formados entre os 40 estabelecimentos agrícolas pesquisados.

A partir da definição dos estabelecimentos presentes em cada grupo, fizemos a tipologia dos três grupos formados, com base nas variáveis analisadas, que se encontram definidas anteriormente.

⁷⁶ Distância em que os objetos foram juntados.

Tipologia do Grupo 1 – Agricultores Tardios.

Os estabelecimentos agrícolas presentes nesse grupo podem ser caracterizados pela adoção tardia do sistema de PD, visto que 66,7% dos estabelecimentos adotaram o PD após 1995, e os outros 33,3% adotaram o PD no período de 1992 à 1995. A grande maioria dos estabelecimentos presentes nesse grupo (91,7%) pertencem ao município de Uberlândia, em que a área média com PD foi de 683,3 ha. Os principais motivos da adoção do PD foram a redução do custo de produção (83,3%), e a redução da erosão e do custo de produção (16,7%).

As principais dificuldades surgidas no início da adoção do PD nesse grupo foram: a obtenção de cobertura morta (50%), a obtenção de cobertura morta e o controle das plantas daninhas (25%), a obtenção de cobertura morta e a semeadora (16,7%) e outras dificuldades (8,3%). As principais vantagens apresentadas no sistema de PD, segundo os agricultores, foram a redução da erosão e do custo de produção (58,3%), a melhoria do solo, a redução da erosão e do custo de produção (33,3%) e outros benefícios (8,4%).

A seguir, destacamos os aspectos técnicos e ambientais que caracterizam o Grupo 1:

- **PRODUTIVIDADE:** Em 66,7% dos estabelecimentos, a produtividade permaneceu estável, e em apenas 33,3% houve um aumento da produtividade. Esta grande porcentagem de estabelecimentos com a produtividade estável justifica-se em função dos produtores terem adotado o PD recentemente, haja visto que o aumento da produtividade ocorre ao longo dos anos.
- **EROSÃO:** Em 83,7% dos estabelecimentos, os agricultores enfrentaram problemas com a erosão antes de adotarem o PD. Somente 16,7% dos entrevistados não apresentaram esse problema. Após a adoção do PD, os estabelecimentos que não apresentaram problemas com a erosão subiram para 66,7%. No entanto, 33,7% ainda continuam apresentando problemas com a taxa de erosão.
- **ROTAÇÃO DE CULTURA:** A rotação de cultura é adotada em 100% dos estabelecimentos, restringindo-se, porém, às culturas da soja e do milho. Quanto à rotação agricultura-pecuária, apenas 8,3% dos entrevistados a realizam.
- **COBERTURA DE INVERNO E MANUTENÇÃO DA COBERTURA MORTA:** A grande maioria dos agricultores utilizam sorgo e milho no inverno para a formação da cobertura morta

(50,0%), 16,7% utilizam milho e girassol e 8,3% sorgo, milho e girassol. Do total dos estabelecimentos, 25% não utilizam culturas de inverno para a formação da cobertura morta. Nesse caso, os agricultores realizam o PD no mato⁷⁷. Quanto às dificuldades para a formação/manutenção da cobertura morta no solo, as principais dificuldades levantadas pelos agricultores foram o déficit hídrico e a decomposição elevada da palha (58,3%), e o déficit hídrico (41,7%). A grande dificuldade climática para a formação/manutenção da cobertura morta nesse grupo deve-se ao fato de que a região de Uberlândia não apresenta condições climáticas adequadas para o estabelecimento de culturas no período de inverno.

- CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS: As plantas daninhas apresentaram uma evolução no quadro em 50% dos estabelecimentos, ou seja, algumas plantas daninhas, antes sem importância, passaram a apresentar dificuldades no seu controle, como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a leiteira (*Ephorbia heterophylla*). Em relação ao consumo de herbicidas, 41,7% dos agricultores disseram que houve um aumento no consumo e 58,3% disseram que o consumo não aumentou.
- ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS: Em relação à incidência de pragas, 16,7% disseram que ocorreu um aumento na incidência, principalmente quanto as pragas do solo. As principais pragas levantadas pelos agricultores foram os cupins, formigas e corós. Quanto às doenças, 33,3% dos agricultores disseram que houve aumento na sua incidência. A ocorrência de oídio (*Microsphaera diffusa*) na cultura da soja foi a principal doença relatada pelos agricultores.
- SEMEADORAS: Em relação às semeadoras, 58,3% dos agricultores disseram estar satisfeitos com o desempenho das semeadoras utilizadas e 41,7% declaram não estar satisfeitos com o desempenho.
- PARTICIPAÇÃO NOS CATS: Quanto à participação dos agricultores nos Clubes Amigos da Terra (CATs), 83,3% dos entrevistados disseram não ser associados ou não participa das atividades promovidas pelo CAT. O CAT de Uberlândia foi fundado no ano passado, portanto era de se esperar a baixa participação dos agricultores na entidade.

⁷⁷ Ver página 41.

Tipologia do Grupo 2 – Agricultores Intermediários.

Os estabelecimentos agrícolas presentes nesse grupo são caracterizados pelo período intermediário na adoção do PD, quando comparado aos outros dois grupos. O PD foi adotado em 66,7% dos estabelecimentos no período de 1992 à 1995 e 22,2% no período de 1996 à 1998. Outra característica marcante desse grupo é o mecanismo de adoção, 100% dos agricultores desse grupo adotaram o PD em função da redução da erosão e do custo de produção. Nesse grupo, 77,8 % dos estabelecimentos pertencem ao município de Uberlândia, em que a área média com PD foi de 838,9 ha.

As principais vantagens apresentadas pelo PD, segundo os agricultores foram, a redução da erosão e do custo de produção (55,6%), e a melhoria do solo, a redução da erosão e do custo de produção (44,4%). As principais dificuldades surgidas no início da adoção do PD foram a obtenção de cobertura morta (33,3%), a obtenção de cobertura morta e o alto custo com herbicidas (33,3%), e outras dificuldades (33,3%).

A seguir, destacamos os aspectos técnicos e ambientais que caracterizam o Grupo 2:

- **PRODUTIVIDADE:** Em 55,6% dos estabelecimentos a produtividade permaneceu estável, e em apenas 44,4%, houve um aumento da produtividade. Esta grande porcentagem de estabelecimentos com a produtividade estável, justifica-se, novamente, pelo fato dos produtores terem adotado o PD a pouco tempo, pois o aumento da produtividade ocorre ao longo dos anos.
- **EROSÃO:** Em 78,2% dos estabelecimentos, os agricultores enfrentaram problemas com a erosão antes de adotarem o PD. Somente 22,2% dos entrevistados não apresentaram esse problema. Após a adoção do PD, os estabelecimentos que não apresentaram problemas com a erosão subiram para 66,7%. No entanto, 33,33% ainda continuam apresentando problemas com a erosão.
- **ROTAÇÃO DE CULTURA:** A rotação de cultura é adotada em 100% dos estabelecimentos, mas, ela se restringe apenas às culturas da soja e do milho. Quanto à rotação agricultura-pecuária, apenas 11,1% dos produtores a realizam.
- **COBERTURA DE INVERNO E MANUTENÇÃO DA COBERTURA MORTA:** Grande parte dos agricultores utilizam a cultura do sorgo e milheto no inverno para a formação da

cobertura morta (33,3%), 22,2% utilizam o milho, 11,1% o sorgo, 11,1% o girassol e o milho (11,1%) e 22,2% outras coberturas. Quanto às dificuldades para formação/manutenção da cobertura morta no solo, foram mencionadas pelos agricultores sobretudo o déficit hídrico (44,4%), o déficit hídrico e a decomposição elevada da palha (44,4%), e a alta decomposição da palha (11,2%).

- CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS: As plantas daninhas apresentaram uma evolução no quadro em 33,3% dos estabelecimentos. As principais plantas daninhas que evoluíram na propriedade foram a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a buva (*Conyza bonariensis*). Em relação ao consumo de herbicida, 22,2% dos agricultores disseram que houve um aumento no consumo e 77,8% disseram que o consumo não aumentou.
- ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS: Em relação à incidência de pragas, 22,2% disseram que ocorreu um aumento, principalmente quanto as pragas do solo. Foram mencionadas pelos agricultores com mais frequência os cupins, as formigas e os corós. Quanto ao aumento na incidência de doenças, 33,3% confirmaram um aumento. A ocorrência de oídio na cultura da soja também foi a principal reclamação dos agricultores desse grupo.
- SEMEADORAS: Em relação às semeadoras, 66,7% dos agricultores disseram estar satisfeitos com o desempenho das semeadoras utilizadas e 33,3% declaram não estar satisfeitos com o desempenho.
- PARTICIPAÇÃO NOS CATs: Quanto à participação dos agricultores nos CATs, nenhum dos entrevistados disse ser associado ou que participa das atividades promovidas pelo CAT. Como 77,8% dos estabelecimentos estão presentes no município de Uberlândia, e o CAT/Uberlândia foi fundado no ano passado, era de se esperar a baixa participação dos agricultores na entidade.

Tipologia do Grupo 3 – Agricultores Precursores.

Os estabelecimentos agrícolas presentes a esse grupo podem ser caracterizados pela adoção pioneira do PD, visto que 52,6% dos estabelecimentos adotaram o PD no período de 1989 a 1991, 15,8% no período de 1984 a 1988, e 31,6% no período de 1992 a 1995. A grande maioria dos estabelecimentos presentes nesse grupo (89,5%) pertencem ao município de Rio Verde. Os principais motivos da adoção foram a redução da erosão (42,1%), a redução da

erosão e do custo de produção (42,1%) e a redução dos custos (15,8%). A área média com PD nesse grupo foi de 1.534 ha. A área média maior do grupo 3 deve-se ao fato de que a maioria dos estabelecimentos pertencem ao município de Rio Verde, que apresenta propriedades maiores, quando comparado a Uberlândia.

As principais vantagens apresentadas pelo PD, segundo os agricultores, foram a redução da erosão e do custo de produção (36,8%), a viabilização da safrinha, a redução da erosão e do custo de produção (31,6%), a conservação de máquinas, a redução da erosão e do custo de produção (15,8%), e outros motivos (15,6%). As principais dificuldades surgidas no início da adoção do PD foram a obtenção de cobertura morta e o alto custo dos herbicidas (47,4%), a obtenção de cobertura morta, o controle das plantas daninhas e as semeadoras (31,6%), a obtenção de cobertura morta e semeadora (15,8%) e outras dificuldades (5,3%).

A seguir, destacamos os aspectos técnicos e ambientais que caracterizam o Grupo 3:

- **PRODUTIVIDADE:** Em 84,2% dos estabelecimentos a produtividade aumentou, e em apenas 15,8%, a produtividade permaneceu estável. A grande porcentagem de estabelecimento com produtividade maior se explica em função do PD ter sido introduzido nos estabelecimentos agrícolas há vários anos.
- **EROSÃO:** Em 84,2% dos estabelecimentos, os agricultores enfrentavam problemas com a erosão antes de adotarem o PD. Somente 15,8% dos entrevistados não apresentaram esse problema. Após a adoção do PD, os estabelecimentos que não apresentaram problemas com a erosão subiram para 68,4%. No entanto, 31,6% ainda continua apresentando problemas com a erosão.
- **ROTAÇÃO DE CULTURA:** A rotação de cultura é adotada em 100% dos estabelecimentos, mas, ela restringe-se, às culturas da soja, do feijão e milho, ou seja, apenas duas famílias botânicas. Quanto à rotação agricultura-pecuária, 26,3% dos estabelecimentos pesquisados realizam essa integração, sendo que 10,5% dos estabelecimentos fazem a rotação a cada quatro anos e 15,8% realizam a cada cinco anos ou mais.
- **COBERTURA DE INVERNO E MANUTENÇÃO DA COBERTURA MORTA:** A maioria dos agricultores utilizam o milho, o sorgo e o milheto no inverno para a formação da cobertura morta, visando também a safrinha (47,4%), o milho, a aveia e o milheto (26,3%), o milho, a aveia e o sorgo (10,5%), e outras coberturas (15,9%). Quanto à formação/manutenção da cobertura morta no solo, as principais dificuldades levantadas

- pelos agricultores foi a alta decomposição da cobertura morta (47,4%), o déficit hídrico e a decomposição elevada da palha (31,6%) e o déficit hídrico (15,8%).
- CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS: As plantas daninhas apresentaram uma evolução no quadro em 63,2% dos estabelecimentos. Em relação ao consumo de herbicida, 21,1% dos agricultores disseram que houve um aumento no consumo e 78,9% disseram que o consumo não aumentou.
 - ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS: Em relação às pragas, 68,4% disseram que ocorreu um aumento na sua incidência, principalmente quanto às pragas do solo. As principais pragas levantadas pelos agricultores foram os corós e o percevejo castanho. E quanto às doenças, 42,1% dos agricultores disseram que houve aumento na incidência, verificando-se, principalmente, o oídio na cultura da soja.
 - SEMEADORAS: Em relação às semeadoras 68,4% dos agricultores disseram estar satisfeitos com o desempenho das máquinas utilizadas, e 31,6% declararam não estar satisfeitos com o seu desempenho.
 - PARTICIPAÇÃO NOS CATS: Quanto à participação dos agricultores nos CAT, 26,3% dos entrevistados disseram ser associado ou que participam das atividades promovidas pelo CAT. A participação maior dos agricultores no CAT nesse grupo deve-se principalmente ao fato de que a maioria dos estabelecimentos desse grupo pertencerem ao município de Rio Verde, onde o CAT/Rio Verde apresentou uma importância muito grande no desenvolvimento do sistema.

Conforme podemos perceber através da tipologia, o principal fator indutor do PD nos Cerrados, no início do processo, foi a redução da erosão. Com o desenvolvimento da tecnologia e a redução dos custos de produção do sistema PD, a partir de 1992, o principal fator indutor passou a ser econômico, ou seja, os produtores estão adotando o PD porque ele se tornou economicamente mais rentável que o plantio convencional.

As dificuldades relatadas pelos agricultores tardios foram principalmente a obtenção da cobertura morta e o controle das plantas daninhas. No grupo dos agricultores intermediários, as dificuldades apresentadas foram a obtenção da cobertura morta e o alto custo dos herbicidas. Já as dificuldades apresentadas pelos agricultores precursores foram a obtenção da cobertura morta, a baixa eficiência das semeadoras, o controle das plantas

daninhas e o alto custo dos herbicidas. Conforme podemos perceber, a formação da cobertura morta foi e ainda continua sendo uma das principais limitações para o sistema de PD na região dos Cerrados. A principal restrição ambiental está, portanto, no fator climático (inverno seco e relativamente quente), que restringe a formação de cobertura morta, uma das principais exigências do sistema.

A análise dos três grupos formados nos permitem fazer as seguintes considerações:

- **PRODUTIVIDADE:** a produtividade nos estabelecimentos dos agricultores precursores aumentou com a adoção do PD, enquanto na maioria dos estabelecimentos com agricultores intermediários e tardios permaneceu estável.
- **EROSÃO:** o PD mostrou ser eficiente no controle da erosão em todos os grupos, diminuindo consideravelmente o impacto das erosões provocado pelas práticas agrícolas convencionais.
- **ROTAÇÃO DE CULTURAS:** apesar dos agricultores terem demonstrado interesse em fazer rotação de cultura, esta ficou restrita apenas a duas famílias botânicas (leguminosas e gramíneas), inviabilizando uma correção de problemas ambientais ocasionados pela prática da monocultura, o que resulta em aumento da incidência de pragas, doenças e maior degradação do solo.
- **FORMAÇÃO E MANUTENÇÃO DA COBERTURA MORTA:** através da tipologia, verificamos que as dificuldades climáticas para a formação de cobertura morta no município de Uberlândia restringe as opções de culturas de inverno para os agricultores, deixando-os restritos principalmente ao sorgo e ao milheto. Por sua vez, as condições climáticas mais favoráveis de Rio Verde proporcionam aos agricultores um aumento do número de espécies para a formação da cobertura morta, permitindo, inclusive, a utilização da cultura do milho (safrinha) com finalidade comercial, e aumentando, assim, a sua renda.
- **EVOLUÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS:** Em cerca de 50% dos estabelecimentos ocorreu uma alteração no quadro das plantas daninhas, com o aparecimento de plantas de difícil controle. Isso se deveu em parte à utilização dos mesmos herbicidas todos os anos, fazendo com que algumas espécies apresentassem uma resistência maior a esse determinado produto, reproduzindo-se e infestando toda a área.
- **CONSUMO DE HERBICIDAS:** para a nossa surpresa, a maioria dos agricultores disse que o consumo de herbicidas não aumentou. Isso pode ser explicado, em parte, pela utilização de

culturas de inverno, que tornam as condições do meio menos propícias à germinação das plantas daninhas. No entanto, somente utilizando uma amostra maior do que a que utilizamos, é que poderemos responder mais adequadamente a esse quadro.

- ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS: O aumento da incidência de pragas no solo foi constatado em todos os grupos, podendo trazer, no futuro, um problema para a região dos Cerrados. Com relação a incidência de doenças, elas não têm apresentado grandes problemas aos agricultores.
- SEMEADORAS: A grande maioria dos agricultores está satisfeita com as semeadoras disponíveis hoje no mercado, mostrando que o problema com esse equipamento já foi resolvido.
- PARTICIPAÇÃO NOS CATS: A grande maioria dos agricultores entrevistados não são associados ou não participam das atividades promovidas pelos CATs. Isso se explica sobretudo pelo fato do CAT/Uberlândia ter sido formado mais recentemente e, mesmo utilizando uma amostra pequena para o município de Rio Verde, os CATs tiveram uma importância que deve ser considerada.

Em resumo, os programas desenvolvidos a partir de 1992, para o desenvolvimento do PD no Brasil, atingiram o seu objetivo em boa parte das regiões agrícolas do país, visto que, a partir desse ano, a taxa de crescimento do PD foi surpreendente, passando de 270 mil ha na safra agrícola de 1992/93 para 4.150 mil ha na safra de 1998/99. As associações de PD fundadas foram fundamentais no processo de difusão e, atualmente, estão participando no processo de definição das políticas públicas para o desenvolvimento do sistema. O estudo de caso na região dos Cerrados mostrou que o principal mecanismo indutor do PD na região foi o fator econômico; que a formação e obtenção de cobertura morta no inverno ainda é um fator limitante para o sistema na região e que a utilização do PD está evitando problemas sérios de erosão. Portanto, o sistema de PD, ao que tudo indica, vai se generalizar na região, passando a ser economicamente rentável e a atender às exigências de uma agricultura ambientalmente segura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área com PD vem crescendo num ritmo acelerado em âmbito mundial. Os Estados Unidos são o país onde o PD alcançou a maior difusão em termos de área cultivada, com 19,75 milhões de ha. Em seguida vem o Brasil com 13,47 milhões de ha, a Argentina com 7,27 milhões de ha, a Austrália com 8,64 milhões de ha e o Canadá com 4,08 milhões de ha⁷⁸. Apesar dos Estados Unidos apresentarem a maior área cultivada com PD, o sistema representa apenas 16% da área total com culturas anuais no país. No Brasil, a taxa de adoção é de 30% em relação a área total e na Argentina 37% (Derpsch, 2000).

Nos países da Europa, Ásia e África, o PD praticamente não se desenvolveu. Na Europa, o revolvimento do solo torna-se importante para o aquecimento do mesmo no início da primavera com o objetivo de ativar sua atividade microbiana. Além disso, os problemas provocados pela erosão são praticamente desprezíveis na Europa.

Na África, um estudo realizado pela GTZ (Missão Agrícola Alemã) constatou que existem sérios fatores sócio-econômicos e ambientais limitantes para a difusão do sistema de PD. As restrições ambientais relacionam-se às baixas precipitações pluviométricas que reduzem a produção de biomassa, períodos vegetativos curtos, solos arenosos com tendência à compactação e solos alagadiços. As limitações sócio-econômicas são devidas principalmente à alta demanda por resíduos de culturas para a forragem de animais, à falta de infra-estrutura (mercado, crédito, serviço de extensão) e à preferência por um só cultivo, principalmente o do milho (Derpsch, 2000).

Apesar de todo o avanço, existe uma controvérsia em relação ao sistema de PD, que é a polêmica em torno da utilização de herbicidas. Os ambientalistas alegam que o PD exige uma maior utilização de herbicidas, o que, segundo eles, contribui para aumentar os riscos ambientais de contaminação do ecossistema agrícola. Para nós, esse argumento não é de todo válido porque, com o aprimoramento do manejo das plantas daninhas, o uso sistemático da adubação verde e da rotação de culturas, e a maior segurança dos produtos químicos utilizados, pode-se reduzir a quantidade de herbicidas no PD. Além disso, outros fatores como

⁷⁸ Algumas informações sobre a área com PD no Canadá indicam 6,7 milhões de ha. Neste caso, é aceita a idéia de uma aração no outono, uma vez por ano. No entanto, se aplicarmos o termo PD de maneira mais restrita (sem nenhum preparo do solo), então a área sob o sistema no Canadá reduz para 4,08 milhões de ha (Derpsch, 2000).

a maior retenção de herbicidas no solo, a diminuição do escoamento superficial das águas das chuvas e o aumento da velocidade de degradação dos herbicidas no solo proporcionam uma maior segurança ao sistema, diminuindo o risco de contaminação do meio ambiente. Portanto, em termos de proteção do meio ambiente o sistema, ao que tudo indica parece ser seguro.

No entanto, para que haja uma eficácia no uso de herbicidas, torna-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas no sentido de se identificarem espécies de plantas de cobertura com diferentes ciclos vegetativos, que permitam apenas o acamamento mecânico, reduzindo a aplicação de herbicidas dessecantes. Essas práticas são pouco difundidas pela extensão e, em grande parte, são desprestigiadas, justamente porque grande parte das pesquisas são patrocinadas pelas empresas produtoras de herbicidas, que patrocinam, por sua vez, o PD. Torna-se então necessária o investimento nessa área por parte dos institutos públicos de pesquisa.

Por outro lado, a utilização da biotecnologia pode provocar um avanço em termos de área do sistema de PD no mundo. A utilização de plantas transgênicas resistentes à herbicidas, como é o caso da soja Roundup Ready⁷⁹, pode impulsionar o sistema, em virtude da simplificação proporcionada pelo uso da biotecnologia no controle das plantas daninhas. Desse modo, os agricultores que utilizam vários herbicidas para o controle das invasoras, com a introdução da soja Roundup Ready, poderão utilizar apenas um herbicida, o Roundup, simplificando o manejo das invasoras, embora haja muita controvérsia quanto a este avanço.

Atualmente, existe um forte debate público em torno dos alimentos geneticamente modificados. Os grupos favoráveis à utilização das culturas transgênicas defendem a biotecnologia como uma ferramenta importante para a agricultura, pois ela pode representar uma “nova Revolução Verde”. Os defensores argumentam que somente com a utilização de plantas geneticamente modificadas será possível aumentar a produtividade atual, através da introdução de genes capazes de conferir às plantas condições para elas produzirem em condições adversas, tais como a tolerância à seca e ao alumínio tóxico, a maior capacidade de absorção de fósforo e a resistência às pragas e doenças. Além disso, esses alimentos podem apresentar uma melhor qualidade em termos nutricionais.

⁷⁹ A soja Roundup Ready foi desenvolvida pela empresa Monsanto. A manipulação genética nesse caso, apresentou como objetivo, tornar a soja resistente ao herbicida Roundup (Glyphosate).

Já os grupos opositores a esse avanço da biotecnologia alegam que os transgênicos representam riscos para o meio ambiente e a saúde humana, devido, entre outros fatores à destruição de insetos benéficos à agricultura, ao desenvolvimento de ervas invasoras e pragas super-resistentes aos herbicidas e pesticidas, ao aumento da resistência a antibióticos, ao surgimento de doenças produzidas pelas proteínas resultantes da inserção de um gene de uma espécie em outra etc.. Os grupos opositores alegam também que a biotecnologia não vai resolver o problema da fome, em função da mesma ter sido desenvolvida para a agricultura intensiva dos países ricos, tornando as inovações cada vez mais inacessíveis para os agricultores pobres dos países em desenvolvimento.

A polêmica em torno dos transgênicos, ao que tudo indica, vai consumir ainda alguns anos para desanuviar-se, até que se desenvolva uma regulamentação adequada. No entanto, se a sociedade aceitar a utilização das plantas geneticamente modificadas, a área com o sistema de PD tenderá a sofrer um acréscimo significativo em termos de área plantada não só no Brasil, como em todo o mundo.

A análise do processo de desenvolvimento do PD no Brasil nos permitiu compreender sua trajetória como sendo resultado da confluência de interesses entre diversos segmentos: agricultores pioneiros, indústrias de insumos e equipamentos agrícolas e o Estado. Esses atores estão presentes em praticamente todo o processo, porém com pesos diferentes nos vários momentos da trajetória: introdução, calibração e difusão intensiva do sistema.

O desenvolvimento da tecnologia do PD não foi uma imposição da indústria de insumos e equipamentos agrícolas sobre as instituições de pesquisa. É claro que a indústria teve um papel muito importante nesse processo, mas o motivo principal que levou ao desenvolvimento das pesquisas em PD foi a própria demanda dos agricultores por uma tecnologia que resolvesse o problema da erosão.

Devido à elevada taxa de erosão, a manutenção dos níveis de produtividade das culturas estava exigindo reposições cada vez maiores de adubos e corretivos para compensar as perdas de solo fértil. Num primeiro momento, esses custos com a reposição de insumos eram mascarados pelos fortes subsídios oferecidos pelo governo, o que acabava tornando os agricultores menos sensíveis a esse problema. Porém, com o agravamento do processo erosivo e a redução dos subsídios ao crédito rural, os custos com a reposição dos fertilizantes passaram a representar um custo real, o que acabou sensibilizando os agricultores e tornando-os mais

receptivos às técnicas de conservação do solo. Como podemos ver, o fator econômico foi efeito da causa ambiental.

A análise histórica do desenvolvimento do PD na região Sul do Brasil mostra que houve uma conjunção de interesses para o desenvolvimento do sistema durante todo o processo. Os agricultores não foram agentes passivos no processo de adoção do PD, mas, ao contrário, participaram ativamente da trajetória sobretudo no que diz respeito ao momento da calibração do PD. E adotaram o novo sistema a partir dos seus próprios interesses, na busca de soluções para os seus problemas no campo.

O PD, nesse período, só se expandiu nas regiões onde havia o interesse por parte dos agricultores de adotar o sistema. Nas áreas onde não existia esse interesse, os agricultores não adotaram a tecnologia, mesmo com o intenso trabalho de difusão realizado pelas empresas de insumos agrícola. Na região Norte do Paraná, por exemplo, apesar do intenso trabalho de difusão realizado pelas empresas, os agricultores não se interessaram pelo sistema. Isto porque o principal mecanismo indutor do PD era o controle da erosão, e os solos da região não apresentavam graves problemas nesse aspecto. Além disso, os solos da região são bastante férteis, fazendo com que o impacto financeiro dos problemas provocados pela erosão (maior necessidade de adubação) não fosse sentido pelos agricultores. Assim, mesmo com todo o esforço das empresas, os agricultores não adotaram o sistema nesse período. Na região dos Campos Gerais o processo foi bem diferente.

Na região dos Campos Gerais do Paraná, o processo degenerativo dos solos acabou acarretando reações importantes de diversos órgãos, como as cooperativas agrícolas, a Acarpa (Emater), as entidades representativas dos produtores e técnicos e principalmente dos bancos (Banco do Brasil), que estavam sendo afetados economicamente pelo problema da erosão, por causa do seguro agrícola.

A reação dos Bancos a esse problema foi pressionar os agricultores no sentido de adotarem técnicas de manejo para a conservação do solo. Os bancos, juntamente com os outros órgãos, instituíram a Associação Conservacionista de Ponta Grossa (ACPG). A partir da fundação da entidade, o Banco só liberava o financiamento com o laudo de conservação do solo emitido pela ACPG. Com a pressão exercida pelos órgãos financiadores, os agricultores tornaram-se mais receptivos às novas alternativas tecnológicas para o controle da erosão.

As indústrias, percebendo esse fato, começaram a investir mais no processo de difusão do PD na região dos Campos Gerais. E os agricultores, sem outras alternativas e pressionados pelos bancos, começaram a adotar a tecnologia. Com a adoção do PD, esses agricultores começaram a enfrentar dificuldades técnicas com o novo sistema e a falta de apoio da extensão rural (Acarpa).

Na medida em que o PD foi introduzido simultaneamente na pesquisa e no campo, verificou-se uma carência de informações técnicas no início do sistema. Havia um hiato tecnológico, pois a pesquisa necessita de um certo tempo para a obtenção de dados confiáveis no que diz respeito a introdução de uma tecnologia nova, ou seja, as informações técnicas geradas pela pesquisa não conseguiam acompanhar a demanda dos agricultores. A extensão rural, nesse período, atendia prioritariamente aos pequenos e médios agricultores, não se interessando pelo novo sistema. Alegava-se que ele beneficiava somente os grandes agricultores. Além do mais, a nova tecnologia exigia máquinas e herbicidas modernos e um conhecimento técnico maior do agricultor.

O atraso na geração de informações pela pesquisa e o desinteresse da extensão rural pelo sistema de PD fez com que as indústrias de insumos e equipamentos agrícolas assumissem um papel muito importante na geração de pesquisa e no controle da assistência técnica. As indústrias passaram a fazer convênios com os órgãos oficiais de pesquisa (IAPAR, CNPT/Embrapa) para o desenvolvimento de experiências na área agrônômica e também na área de máquinas agrícolas, a fim de atender a demanda dos agricultores. Além das pesquisas, as indústrias também assumiram o controle da assistência técnica.

Com a adoção do pacote tecnológico de PD oferecido pelas empresas produtoras de herbicidas, os agricultores começaram a ficar “refêns” do mesmo, pois somente os técnicos ligados às empresas recomendavam a dosagem e os produtos a serem utilizados nas lavouras. Como o interesse das empresas era a venda de determinados herbicidas, os agricultores ficaram presos nesse processo, na medida em que não existiam outras opções de assistência técnica no momento.

Diante das circunstâncias em que se encontravam, os agricultores começaram uma reação. As cooperativas (agricultores) destacaram do seu corpo técnico alguns agrônomos para se dedicarem exclusivamente ao sistema de PD. Esses agrônomos passaram a fornecer

assistência técnica diretamente aos produtores, diminuindo, assim, a influência das empresas na recomendação/dosagens dos herbicidas.

Porém, a falta de informações sobre o sistema nos Campos Gerais fez com que os agricultores fossem em busca de respostas para os problemas apresentados. Os agricultores (cooperativas) contrataram pesquisadores estrangeiros com experiência e começaram a realizar pesquisas específicas para resolver seus problemas, de modo a atender a demanda dos seus cooperados.

A partir desse momento, os agricultores dos Campos Gerais se articularam e começaram a se reunir para a troca de experiências em PD. Essas reuniões foram evoluindo e deu origem ao “Clube da Minhoca”, formado por agricultores e extensionistas dos Campos Gerais. Esse processo de intercâmbio de informações entre os agricultores acabou por se mostrar eficiente na geração de informações e também na difusão do sistema, despertando a atenção das empresas, que passaram a incentivar a formação de “Clubes de Produtores” em outras regiões.

Com as pesquisas em PD suspensas no IAPAR em 1981, os agricultores (cooperativas) se viram obrigados a aprimorar sua estrutura de pesquisa, fundando sua própria instituição, a Fundação ABC. A Fundação ABC tornou-se uma das principais responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologia em PD, não só no Brasil, mas em toda a América do Sul.

As inovações tecnológicas tiveram, o tempo todo, uma importância muito acentuada no desenvolvimento do PD. Os principais problemas enfrentados pelos agricultores no início do sistema eram o controle das plantas daninhas e a falta de semeadoras eficazes para o PD. Uma das primeiras soluções para o problema das semeadoras veio por intermédio dos próprios agricultores, que foram fazendo adaptações nas máquinas em suas propriedades. Mas o problema só foi resolvido através do trabalho em conjunto das empresas de insumos agrícolas, instituições de pesquisas, agricultores e fabricantes de máquinas nacionais, que foram desenvolvendo estudos e aprimoramentos nessa área.

Com relação ao controle das plantas daninhas, este foi praticamente superado com o surgimento, no mercado, de herbicidas de pré-emergência seletivos no início dos anos 80 e com o lançamento de produtos de pós-emergência, com efeito residual no solo, a partir da segunda metade da década de 80. A medida que os gargalos tecnológicos foram sendo superados, principalmente em relação ao controle das invasoras (evolução dos herbicidas), o

sistema de PD foi evoluindo; e com a redução do custo de produção, que foi diminuindo ao longo dos anos, houve um aprimoramento do sistema de PD.

A análise do processo de desenvolvimento do PD na região dos Cerrados mostrou-se bastante diferente da região Sul. No Sul, o processo foi centrado principalmente no ajuste dos equipamentos e insumos. Nos Cerrados, como o sistema foi introduzido mais tarde, as tecnologias na área de máquinas e herbicidas já estavam praticamente desenvolvidas. Portanto, os ajustes se deram principalmente no sistema de manejo, através da adaptação de espécies de plantas capazes de produzir cobertura morta no inverno. A adaptação dessas espécies permitiu a superação da principal restrição do sistema nos Cerrados, que era a restrição climática.

Nos Cerrados, os agricultores e as empresas de herbicidas foram os principais agentes responsáveis pelo desenvolvimento no início do sistema. Porém, os agricultores dos Cerrados tiveram uma participação menor no processo inicial, comparado aos agricultores da região Sul. A participação dos agricultores resumiu-se às adaptações no sistema, enquanto que as pesquisas não encontravam espécies capazes de se desenvolver no período de inverno (3 a 4 meses sem chuvas) para possibilitar a formação da cobertura morta. Com a fundação das suas próprias instituições de pesquisa, a Fundação MS e a Fundação MT, os agricultores passaram a ter uma participação mais consistente. Essas duas instituições apresentaram uma importância muito grande no desenvolvimento de tecnologias para os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Diferentemente da região Sul, as empresas de herbicidas tiveram maior peso no desenvolvimento do PD nos Cerrados. Elas foram as responsáveis pela condução das primeiras pesquisas na região. Posteriormente realizaram várias parcerias entre a iniciativa privada e os órgãos públicos, desenvolvendo a tecnologia para as diferentes microrregiões dos Cerrados. Já a participação dos agricultores dos Cerrados no processo de desenvolvimento do PD também foi menor do que na região Sul. E o Estado permaneceu praticamente à margem desse processo, ficando as empresas de insumos com bastante influência na condução do PD.

Com a tecnologia praticamente pronta em 1992, os custos de produção no PD ficaram menores do que no plantio convencional. A partir desse momento, houve uma mudança na articulação dos agentes responsáveis pelo desenvolvimento do PD. Os agricultores passaram a ter uma participação menor e as empresas de insumos passaram a conduzir o processo.

Contudo, as empresas de insumos agrícolas não agiram sozinhas, elas se articularam com os agricultores pioneiros do sul do país e com consultores autônomos na região dos Cerrados para a formação das Associações de PD (FEBRAPDP, APDC e GPD), a fim de acelerar e coordenar o processo de difusão do PD no Brasil.

As Associações de PD tiveram, assim, uma importância muito grande no processo de difusão do sistema de PD, realizando vários projetos e eventos nacionais e regionais para difundir-lo em todas as regiões do país. Além do importante papel na difusão do sistema, as Associações de PD atualmente vêm exercendo uma influência na definição das políticas públicas para o desenvolvimento do PD.

A análise desse período de difusão intensiva do sistema mostrou que a partir do momento que a tecnologia encontrava-se pronta, as empresas realizaram todo um esforço de difusão, visando ampliar o mercado de seus produtos.

O nosso estudo de caso na região dos Cerrados mostrou que atualmente o principal indutor do PD na região foi a questão econômica, a formação e obtenção de cobertura morta no inverno ainda é um fator limitante para o sistema e que a utilização do PD estará evitando sérios problemas de erosão. Portanto, o sistema de PD, ao que tudo indica, vai se generalizar na região por ser economicamente rentável e atender às restrições ambientais impostas à agricultura nos últimos anos.

Em síntese, nosso estudo procurou mostrar como se articulou um conjunto de interesses envolvendo agricultores inovadores, indústrias e Estado, na busca de alternativas tecnológicas às práticas agrícolas predominantes, procurando mostrar também, através da abertura da “caixa preta” tecnológica, os problemas técnico-ecológicos que condicionaram o *timing* do seu desenvolvimento e difusão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A GRANJA.** O sistema definitivo. Porto Alegre, ano 37, n. 397, p. 49-50, 1981.
- A GRANJA.** Ponta Grossa, a meca do plantio direto. Porto Alegre, ano 49, n. 536, p. 3-5, 1993.
- A GRANJA.** No berço do plantio direto. Porto Alegre, ano 52, n. 569, p. 3-5, 1996.
- A GRANJA.** Plantas daninhas resistem mais a herbicidas. Porto Alegre, ano 55, n. 604, p. 61-63, 1999.
- A GRANJA.** Área de plantio direto está dobrando em São Paulo. Porto Alegre, ano 56, n. 618, p. 65-67, 2000.
- ADAMOLLI, J. et al. Caracterização da região dos cerrados. In: EMBRAPA-CPAC. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo.** São Paulo: Nobel, 1986. p. 33-74.
- AGRIANUAL.** Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio, 1998.
- AGRIANUAL.** Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio, 2000.
- ARAÚJO, J. A. Jogo Limpo. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 11, p. 24-26, nov. 1999.
- BARTZ, H. Pioneirismo do sistema plantio direto na palha. In: CORDEIRO, L. A., et al., ed. SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1999, Viçosa, *Anais...*, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 190.
- BASSI, L. **Impactos sociais, econômicos e ambientais na microbacia hidrográfica do Lajeado, São José, Chapecó/SC:** SDA/EPAGRI/Projeto Microbacias BIRD/Sub-projeto Monitoramento Hídrico. Chapecó, 1998. 47p. Digitado.
- BENATTI JUNIOR, R.; BERTONI, J.; MOREIRA, C. A. Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 1, n. 2/3, p. 121-123, 1977.

BERTOL, I. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico distrófico sob diferentes preparos do solo e rotação de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, n. 2, p. 267-271. 1994.

BORGES, G. O. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. In: EMBRAPA – CNPT; FECOTRIGO - FUNDACEP; Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. 166 p.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura pecuária: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agricultura pecuária**. Maracaju: Fundação MS, 1997. 24 p. (Fundação MS. Informativo Técnico, 01/97).

CASÃO JÚNIOR, R.; YAMAOKA, R. S. Desenvolvimento da semeadora-adubadora direta à tração animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1990. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, 1990. p.766-777.

CASTRO, O. M. de; LOMBARDI NETO, F.; QUAGGIO, J. A. DE MARIA, I. C.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, n. 2, p. 293-297. 1986.

CERVI, E. Paraná: soja se expande em regime de plantio direto. **A Granja**, Porto Alegre, ano 53, n.585, p. 50–52, 1997.

CHAVES, H. M. L. Efeitos do plantio direto sobre o meio ambiente. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. ed. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 57-66.

CTIC Conservation Technology Center. 1997. Disponível em:

<<http://www.ctic.purdue.edu/ctic/ctic/html>>. Acesso em 20 de junho de 1997.

DAROLT, M. R. Manejo do sistema de plantio direto na pequena propriedade. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. ed. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 72-84.

DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JUNIOR, E. de Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 10, n.3, p. 266-272, 1986.

DENARDIN, J. E.; CIPRANDI, M. A. O.; KOCHHANN, R. Projeto METAS – viabilização e difusão do sistema plantio direto no Rio Grande do Sul. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 41, p. 44-46, 1997.

DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plantio direto no Brasil. In: **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 1-12.

DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. ed. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 29-48.

DERPSCH, R. Expansão mundial do plantio direto. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 49, p. 32-40, 2000.

DICK, W. A.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W.; PETERS, S. E.; CHRISTENSEN, D. R.; PIERCE, F. J.; VITOSH, M. L. Impacts of agricultural management practices on C sequestration in forest-derived soils of the eastern Corn Belt. **Soil & Till. Res.**, v. 47, p.235-344, 1998.

DUFUMIER, M. **Sistemas de producción y desarrollo agrícola en el Tercer Mundo**, INAPG. Paper, 1995.

DIRETO NO CERRADO. APDC/Associação de Plantio Direto no Cerrado, Brasília, ano 2, n. 5, p. 8, 1997. Publicação interna da APDC.

DIRETO NO CERRADO APDC/Associação de Plantio Direto no Cerrado, Brasília, ano 5, n. 17, p. 8, 2000. Publicação interna da APDC.

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A.; GUERRA, M.; ABRÃO, P. U. R. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo Podzólico Vermelho-Amarelo (São Pedro) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n.2, p. 245-249, 1984a.

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A.; SCOPEL, I.; GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 1, p 117-125, 1984b.

ELTZ, F. L. F.; COGO, N. P.; MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico (São Jerônimo). I. Resultado do primeiro ano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 1, n. 2/3, p. 123-127, 1977.

EMBRAPA. CNPS. **Síntese da reunião sobre plantio direto**. Londrina: PR, 1977.

EPA. Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>. Acesso em 15 de agosto de 1999.

FEBRAPDP. **Evolução da área com plantio direto no Brasil** – dados estatísticos. Disponível em: <<http://www.agri.com.br/febrapdp/pd>>. Acesso em 16 fevereiro de 2000.

FERNANDES J. M. C. As doenças das plantas e o sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2. Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p.43-80.

FERREIRA, P. R. O plantio direto no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3. Ponta Grossa, 1985. *Anais...*, Ponta Grossa: Cooperativa Central de Laticínios do Paraná e Fundação ABC, 1985. p. 16-19.

FREITAS, V. H. Plantio direto nas pequenas propriedades de Santa Catarina – como viabilizá-lo. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. ed. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 101-106.

GENTIL, L. V., GONÇALVES A. L. D.; SILVA; K. B. da **Comparação econômica operacional e agrônômica entre o plantio direto e o convencional, no cerrado brasileiro**. Brasília: UNB. 1993, 21p.

GLOBO RURAL. Plantio Direto. Rio de Janeiro, n. 103, p. 46-51, maio 1994.

GLOBO RURAL. Pioneiros dos Campos Gerais. Rio de Janeiro, n. 127, p. 53-58, maio 1996.

GROPPO, P. El Análisis Comparativo de los Sistemas de Producción. In: **Land Reform/ Réforme Agraire/ Reforma Agrária 1992-1993**. FAO. S/d.

GUEDES, L. V. M. Dez anos de plantio direto no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 2, 1983, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: Cooperativa Central Agropecuária Campos Gerais. 1983. 266p.

HAYAMI, Y.; RUTTAN V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Tradução de Maria Vittoria von Bulow e Joachim S. W. von Bulow. Brasília, Embrapa-DPU, 1988. 583 p. (Embrapa-SEP. Documentos, 40)

HEAP, I. **The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide**. Disponível em: <<http://Weedscience.com/paper/resist97.htm>> 11p, 1997. Acessado em: 20 ago. 2000.

HELFAND, S. M.; REZENDE, G. C. de. **Mudanças na distribuição espacial da produção de grãos, aves e suínos no Brasil: o papel do Centro-Oeste**. IPEA, Texto para discussão, 611, 1998. Disponível em: < <http://www.ipea.gov.br>>. Acessado em: 15 set. 2000.

HENKLAIN, J. C. Efeito do preparo sobre as características do solo. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. ed. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 206-221.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um latossolo roxo de Dourados (MS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, n. 4, p. 667-676, 1997.

KISSMANN, K.G. **Resistência de plantas a herbicidas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1996. 33p.

IBGE. **Censo Agropecuário 1995/1996**. Rio de Janeiro, RJ: 1997. 1 CD.

ICI. Companhia Imperial de Indústrias Químicas do Brasil. Departamento Agrícola. **Boletim Técnico**. São Paulo: 1979.

LANDERS, J. N. **Fascículo de experiência de plantio direto no Cerrado**. Goiânia, Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1994.

LANDERS, J. N. O plantio direto na agricultura: o caso do Cerrado. In: LOPES, I. V. et al. **Gestão ambiental no Brasil: experiência e sucesso**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996. p. 3-33.

LANDERS, J. N. **Situação do plantio direto**. Brasília: UNB/ABEAS, 1998. 94p. Módulo 1 do curso de Especialização por tutoria a distância. Programa de suporte técnico à gestão de recursos hídricos.

LAURENTI, A. C.; FUENTES, L. R. Avaliação de custos, rentabilidade e risco. In: **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 215-237. (IAPAR. Circular técnica, 23).

LEVIEN, R.; COGO, N.P.; ROCKENBACK, C. A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, n.1, p. 73-80, 1990.

LUCHINI, L. C. **Comportamento de herbicidas no ambiente aquático**. 1999. Disponível em: <http://www.geocities.com/~esabio/agua/comportamento_de_herbicidas.htm>. Acessado em: 15 ago.1999.

MAZOYER, M. **Para Projetos Agrícolas Legítimos e Eficazes: Teoria e Método de Análise de Sistemas Agrários**. S/d. Traduzido por Shigeo Shiki.

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, n.2, p. 291-297. 1993.

MONEGAT, C. O plantio direto no estado de Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, *Anais...* 3, 1985. Ponta Grossa: Cooperativa Central de Laticínios do Paraná e Fundação ABC. Ponta Grossa, 1985. p. 19-25.

MONSANTO. **Plantio direto: a arma mais eficiente na luta contra o nematóide de cisto da soja**. 1997. Disponível em: <<http://www.casadaimprensa.com.br/monsanto.html>>. Acessado em: 10 maio 1997.

MONTOYA, L. J. **Aspectos de economicidade do manejo do solo em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1984. 20p. (IAPAR Informe de Pesquisa, 57).

MUZILLI, O. Princípios e perspectiva de expansão. In: **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 11-17. (IAPAR. Circular técnica, 23).

NUNES FILHO, J.; SOUSA, A. R.; MAFRA, R. C.; JACQUES, F. de O. O efeito do preparo do solo sobre as perdas por erosão e produção de milho num Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico de Serra Talhada (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, n.2, p. 183-186, 1987.

PEREIRA, M. H. O plantio direto nos arenitos nos Campos Gerais do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, Castro, 1993. *Anais...* 1993, Fundação ABC, 1993.

PLANTIO DIRETO. A história de Herbert Bartz. Passo Fundo, n. 41, p. 23-35, 1997a.

PLANTIO DIRETO. PROAGRO de 100% para lavouras de plantio direto. Passo Fundo, n. 42, p. 34, 1997b.

PLANTIO DIRETO. Projeto Metas encerra primeira fase com sucesso. Passo Fundo, n. 42, p.30-31, 1997c.

PLANTIO DIRETO. Rio Verde, o principal pólo de desenvolvimento do plantio direto no Cerrado. Passo Fundo, n. 45, p.19-23, 1998.

PLANTIO DIRETO. Plantio direto: rumo da agricultura sustentável no Brasil. Passo Fundo, n. 49, p.15, 1999.

PNUD. **Texto para o Workshop de Janeiro de 99.** 1999. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Projeto BRA/94/016. Área temática: Agricultura Sustentável. Disponível em: <URL:<http://www.atech.br/agenda21.as/doctos1.htm>>. Acessado em: 30 maio 2000.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo.** São Paulo: Nobel, 1980.

RAMOS, A. **Sistema de preparo mínimo do solo. Técnicas e perspectivas para o Paraná.** Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1976. (Embrapa. CNPS. Comunicado Técnico).

RAMOS, M. A pesquisa sobre os sistemas de preparo mínimo no Paraná – resultados e primeiras conclusões. In: **Síntese da reunião sobre plantio direto – Centro Nacional de Pesquisa de Soja.** Londrina, p. 3-10, 1977.

REIS, E. M.; SANTOS, H. P. Interações entre doenças de cereais de inverno e sistema de plantio direto. In: EMBRAPA – CNPT; FECOTRIGO - FUNDACEP; Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.105-110.

RIBEIRO, M. F. S. III Encontro Latino Americano sobre Plantio Direto na Pequena Propriedade. **Plantio Direto,** Passo Fundo, n. 48, p. 12-15, 1998.

RODRIGUES, B. N. Utilização de herbicidas em plantio direto. In: **Atualização em plantio direto.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.51-85.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 3ª ed. Londrina, 1995. 675p.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo. Annablume: FAPESP, 1998. 272p.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta, 1995. 134 p. Convênio FUNDACEP/BASF. FUNDACEP/FECOTRIGO.

SÁ, J. C. de M. Plantio direto em campos nativos. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 53-65.

SÁ, J. C. de M.; CERRI, C. C.; DICK, W. A.; LAL, R. Plantio direto: recupera a matéria orgânica do solo e reduz a emissão de CO₂ para a atmosfera. **Plantio Direto**. Passo Fundo, n. 49, p. 41-45, 2000.

SALIM, C. **As políticas estatais e desenvolvimento agrário dos Cerrados: conseqüências econômicas e sociais do POLOCENTRO**. 1981. Tese (Doutorado) ICH. Universidade de Brasília, Brasília, 1981.

SCALÉA, M. Evolução e perspectivas do sistema plantio direto na região dos Cerrados. In: Seminário sobre o sistema plantio direto na UFV, 1998, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 63-87.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. Porto Alegre: Agropecuária, 1978. 84p.

SHIKI, S. Sustentabilidade do sistema agroalimentar nos Cerrados: busca de uma abordagem incluyente. *Revista de Agricultura Sustentável*. Jaguariúna, v. 2, n. 1, p. 17-30, jan/jun 1995.

SORRENSON, W. J.; MONTROYA, L. J. **Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. 104 p. (IAPAR. Boletim técnico, 21)

SIDIRAS, N.; ROTH, C. H.; FARIAS, G. S. de Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 251-254, 1984.

SILVA, J. B. da Plantio direto: redução dos riscos ambientais com herbicidas. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. ed. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 83-88.

SPEHAR, C. R. Prospects for sustainable grain production systems in the cerrados (Brazilian Savannas). In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8 . Brasília, 1996. *Anais...* Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. p. 139-151.

TOMASINI, R. G. A. Economicidade da semeadura direta na cultura da soja – estimativa de 1977/78. In: **Síntese da reunião sobre plantio direto – Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. Londrina, p. 37-44, 1977.

TOMM, G. O. Técnicas avançadas de manejo de solo para a fixação de carbono e melhoria da fertilidade do solo. **Plantio Direto**. Passo Fundo, n. 42. p. 26-27. 1997.

VARGAS, F. P. Semeadeiras e plantadeiras de precisão para plantio direto. In: **Atualização em plantio direto**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1985. p. 301-308.

VARGAS, L.; SILVA, A. A.; BORÉM, A.; REZENDE, S. T.; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. In: **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: Jard, 1999. 131p.

VASCONCELOS, H. P.; LANDERS, J. N. Projeto Morrinhos: Relato de uma experiência de manejo de resíduos no Cerrado. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. de ed. **Cultura da soja nos Cerrados**, Piracicaba; Potafos, 1993. p. 523-535.

VELLOSO, J. A. R. O.; SOUZA, R. O. de (1993). Plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: EMBRAPA – CNPT; FECOTRIGO - FUNDACEP; Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 1993. 166 p.

VIEIRA, M. J.; CASSOL, E. A. Perdas por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo, para a cultura da soja (*Glycine max*) em condições de chuva simulada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 2, n. 3, p. 209-214, 1978.

VIEIRA, L. G. E. Cultura do trigo: desenvolvimento e produtividade da cultura. In: IAPAR. **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 194-198. (IAPAR. Circular técnica, 23).

WILES, T.; GUEDES, L. V. M. **Plantio direto com Gramoxone**. São Paulo: Cia. Imperial de Ind. Químicas do Brasil, 1975.

WEED SCIENCE. **Herbicide-resistat weeds by year**. Disponível em:

<[URL:http://www.weedscience.com/byyear/year.htm](http://www.weedscience.com/byyear/year.htm)>. Acesso em: 23 nov.1998

ANEXO

Anexo 01 – Valores de perdas de terra e água por erosão em PD e sistemas convencionais para diferentes solos e culturas, publicadas na Revista Brasileira de Ciência do Solo ⁽¹⁾.

Perdas de solo ⁽²⁾			PERDAS DE			Cultura			Bibliografia
ÁGUA ⁽³⁾			OLO ⁽⁴⁾			ECLIVE			
PC ⁽⁵⁾	PD ⁽⁵⁾	% ⁽⁶⁾	PC	PD	%		(%)		
3,1	2,5	81	35,8	35,9	100	LR	6	milho	Benatti Jr. et al. (1977)
40,8	13,4	33	143,7	95,8	67	PV	6	milho	Benatti Jr. et al. (1977)
0,3	0,1	33	4,7	1,2	26	Lt	12	soja	Eltz et al. (1977)
13,0	3,1	24	24,7	38,2	155	Lt	6	soja-trigo	Vieira & Cassol (1978)
26,0	9,03	45	399,0	224,5	44	Lt	12	soja-trigo	Eltz et al. (1984b)
23,2	3,3	14	316,0	118,2	37	Lt	12	milho-trigo	Eltz et al. (1984b)
159,1	48,8	31	18,5	12,9	70	PV	9	aveia-tremoço-milho	Eltz et al. (1984a)
127,9	59,3	46	17,2	14,7	85	PV	9	cevada-aveia-soja	Eltz et al. (1984a)
716,8	22,5	3	-	-	-	LR	6	soja-trigo	Sidiras et al. (1984)
1.243,2	103,6	8	-	-	-	LR	6	soja-trigo	Sidiras et al. (1984)
7.986,5	108,1	1	-	-	-	LR	6	soja-trigo	Sidiras et al. (1984)
13,7	0,0	0	483,9	32,9	7	LR	10	soja-trigo	Castro et al. (1986)
9,0	5,0	56	180,0	168,0	93	LE	5,5	soja	Dedecek et al. (1986)
1,4	0,1	7	73,0	44,2	61	PV	4	milho	Nunes Filho et al. (1987)
42,9	0,8	2	44,6	40,2	90	PV	7,5	milheto+feijão/aveia+trevo	Levien et al. (1990)
41,7	0,4	1	48,8	48,1	99	PV	7,5	milho-trigo	Levien et al. (1990)
30,9	3,1	10	233,2	183,8	79	PV	3	milho	Melo Filho & Silva (1993)
0,6	0,2	33	11,3	15,4	136	Cb	8,5	trigo	Bertol (1994)
0,1	0,0	0	0,5	0,4	80	Cb	8,5	feijão	Bertol (1994)
0,3	0,2	67	2,8	4,7	168	Cb	8,5	soja	Bertol (1994)
0,3	0	33	2,8	1,8	64	Cb	8,5	aveia	Bertol (1994)
5,3	0,8	15	112,0	27,0	24	LR	3	soja-trigo	Hernani et al. (1997)
		25			78				

(1) Dados obtidos sob chuva natural, exceto os de Vieira & Cassol (1978); Sidiras et al. (1984) e Levin et al. (1990)

(2) Valores em t ha, exceto para os dados de Sidiras et al. (1984) que estão em gm²

(3) Valores em mm, exceto para os dados de Vieira & Cassol (1978), Eltz et al. (1984b); Levin et al. (1990) e Bertol (1994) que estão em % de chuva

(4) Lt = Laterítico bruno-avermelhado; LR = Latossolo Roxo; PV = Podzólico vermelho-amarelo; LE = Latossolo vermelho-escuro; Cb = Cambissolo húmico

(5) PC = preparo convencional do solo, e PD = plantio direto

(6) % = porcentagem de perdas no plantio direto em relação ao preparo convencional (100%)

ANEXO 02 - Clubes Amigos da Terra afiliados a APDC e FEBRAPDP.

APDC

DISTRITO FEDERAL

Núcleo de PD de Brasília e Entorno

GOÍAS

- | | |
|--|--------------------------------|
| - Associação dos Irrigantes de Goiás | - CAT de Luziania |
| - Associação Pro-Desenvolvimento Chapadão do Céu | - CAT de Mineiros |
| - CAT de Bom Jesus | - CAT de Rio Verde |
| - CAT de Jataí | - CAT de Santa Helena de Goiás |

MATO GROSSO

- | | |
|--|-------------------------------|
| - Associação de PD de Primavera do Leste | - CAT de Dourados |
| - Associação de PD de Campo Verde | - CAT de São Gabriel do Oeste |
| - CAT de Campo Novo dos Parecis | - CAT de Sorriso |

MINAS GERAIS

- | | |
|----------------------|---------------------|
| - CAT de Divisa Nova | - CAT de Uberaba |
| - CAT de Patrocínio | - CAT de Uberlândia |
| - CAT de Tupaciguara | - CAT de Unai |

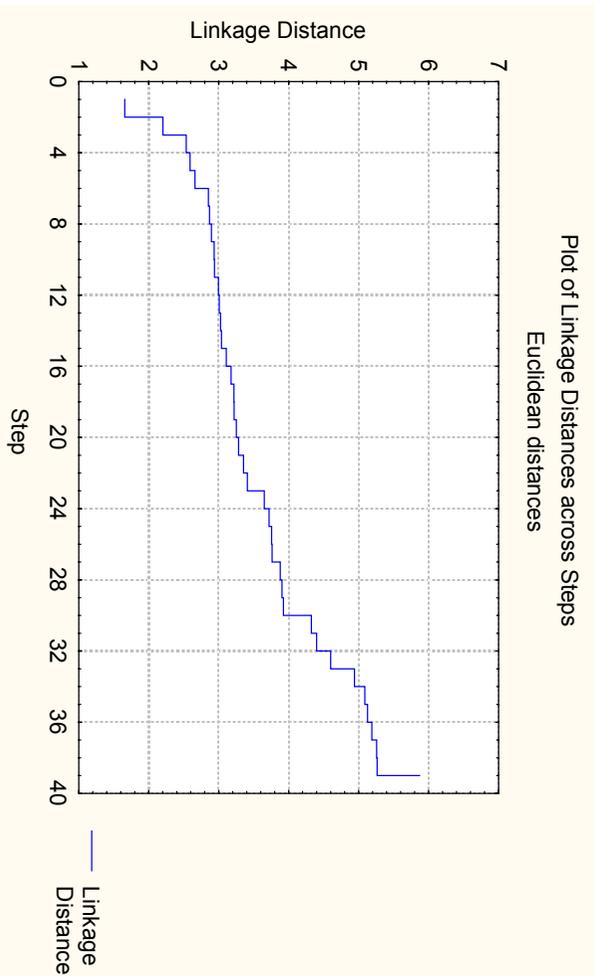
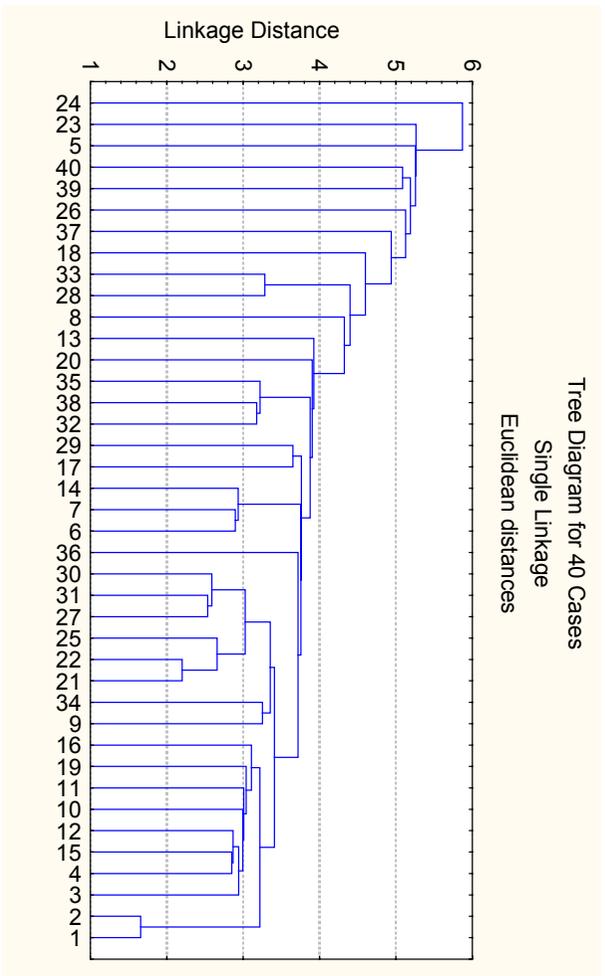
FEBRAPDP

RIO GRANDE DO SUL

- | | |
|----------------------------|---|
| - CAT de Braga | - CAT de Não Me Toque |
| - CAT de Carazinho | - CAT de Palmeira das Missões |
| - CAT de Cruz Alta | - CAT de Panambi/Condor |
| - CAT de F dos Valos | - CAT de Passo Fundo |
| - CAT de Horizontina | - CAT de Tapejara |
| - CAT de Ibirubá | - CAT de Tapera |
| - CAT de Ijuí | - CAT de Tupanciretã |
| - CAT de Jóia | - CAT de XV de Novembro |
| - CAT de Júlio de Castilho | - Condomínio Amigos da Terra de Ajuricaba |

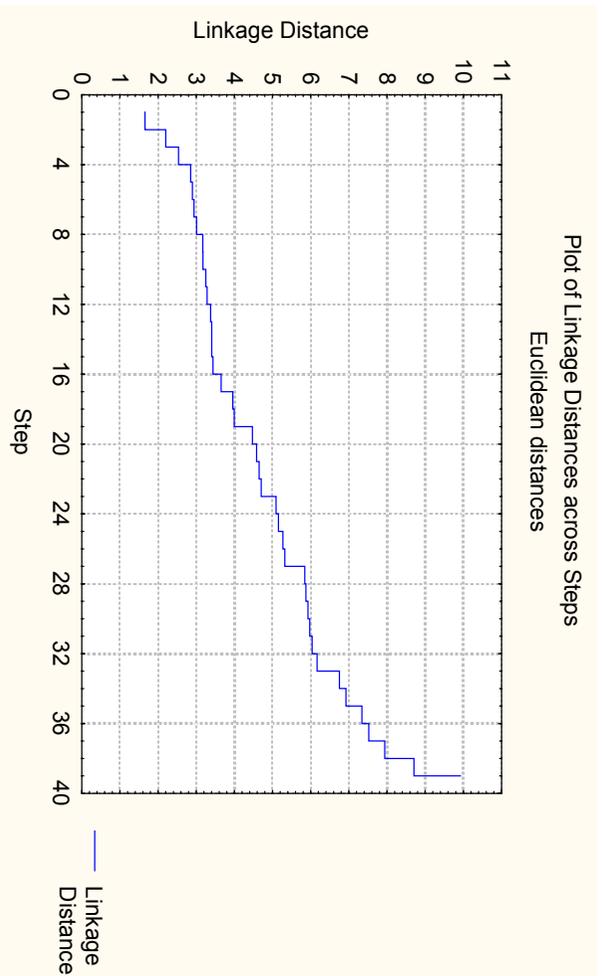
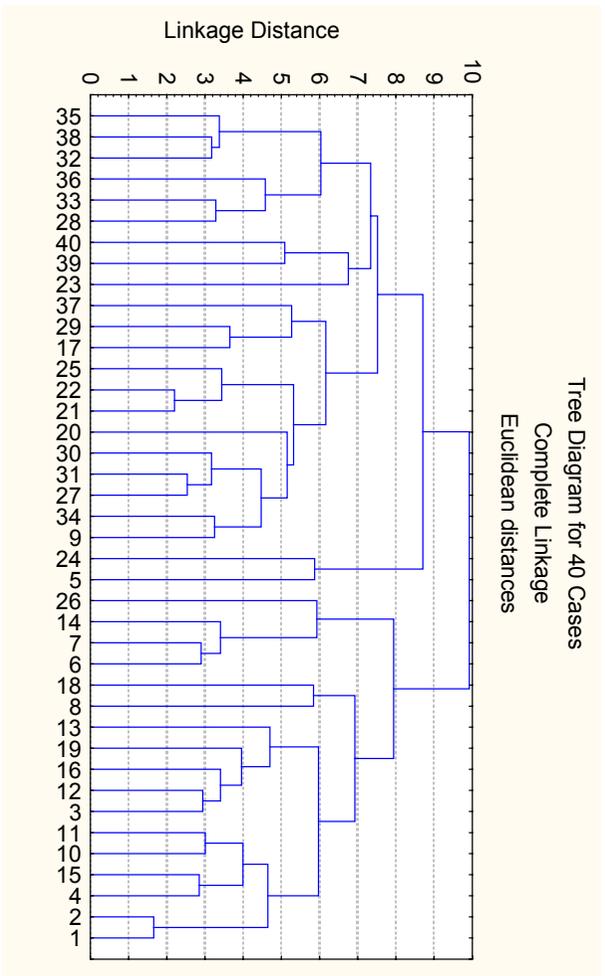
Anexo 03

Dendrograma do Método de ligação simples (*single linkage method*)



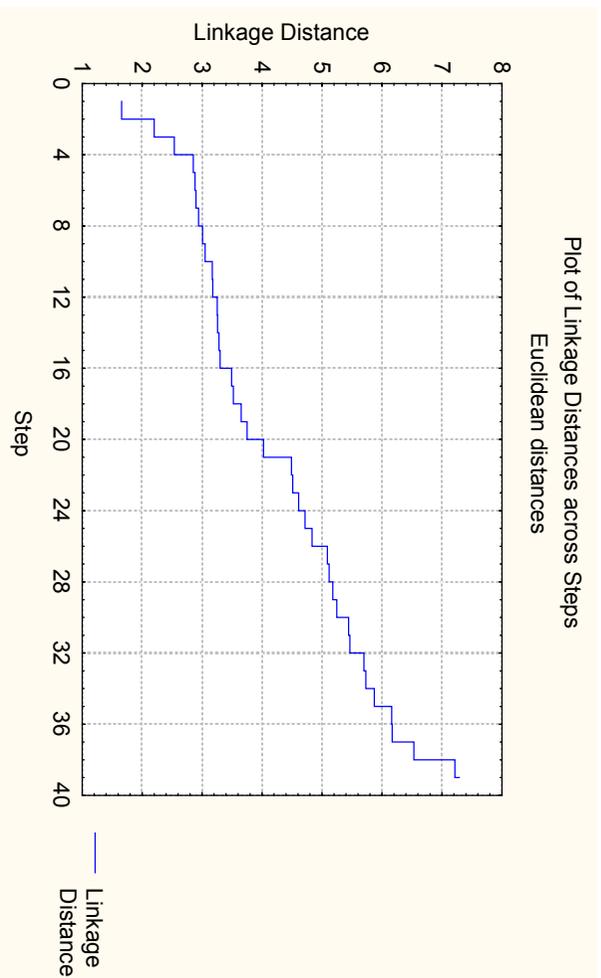
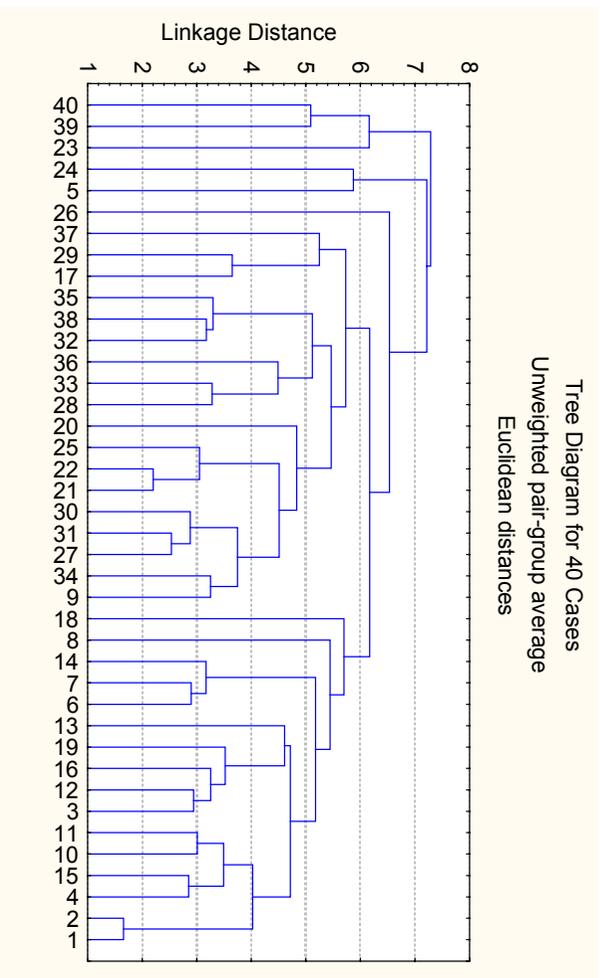
Anexo 03

Dendrograma do Método de ligação completa (*complete linkage method*)



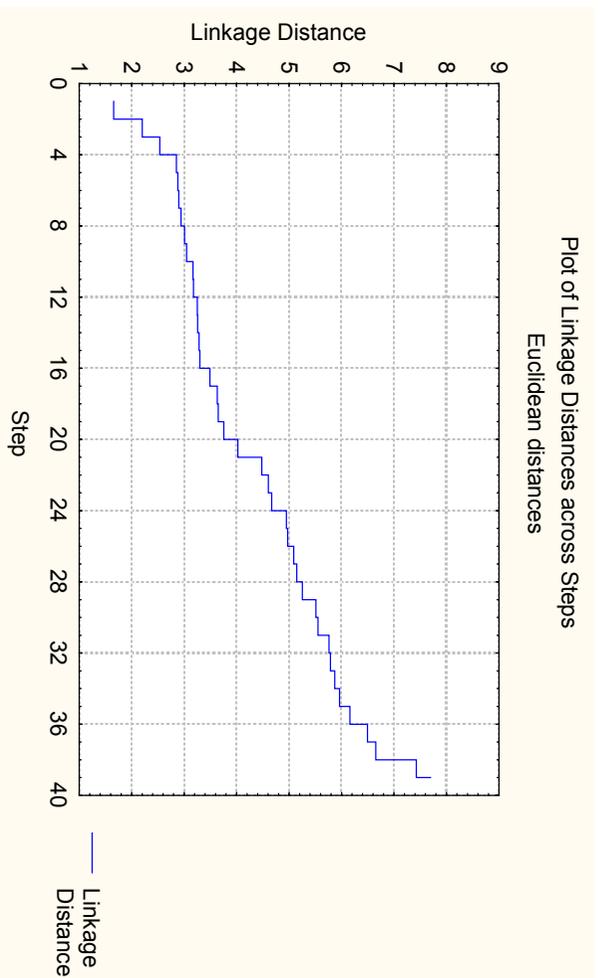
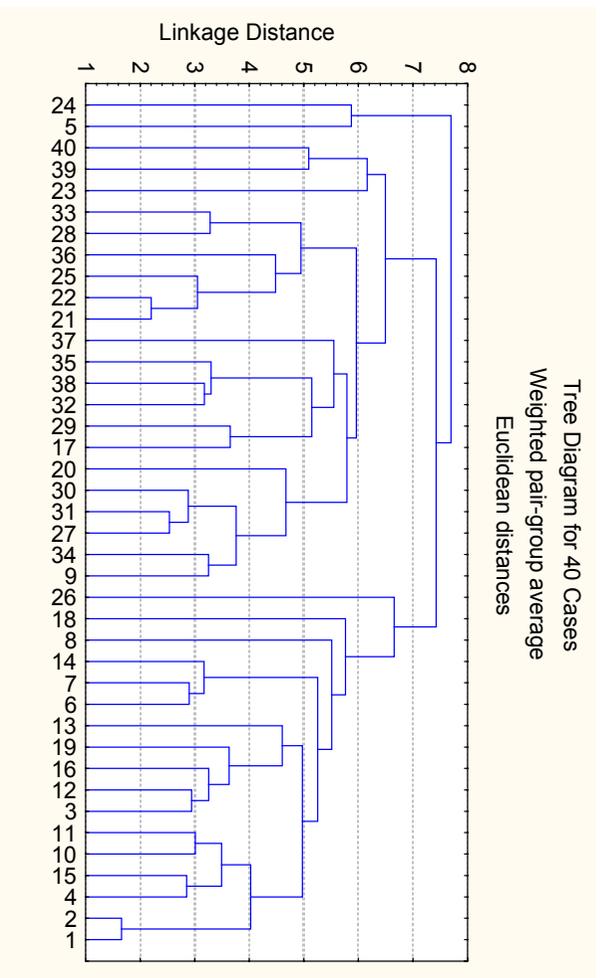
Anexo 03

Dendrograma do Método das médias das distâncias sem ponderação (unweighted pair-group average method)



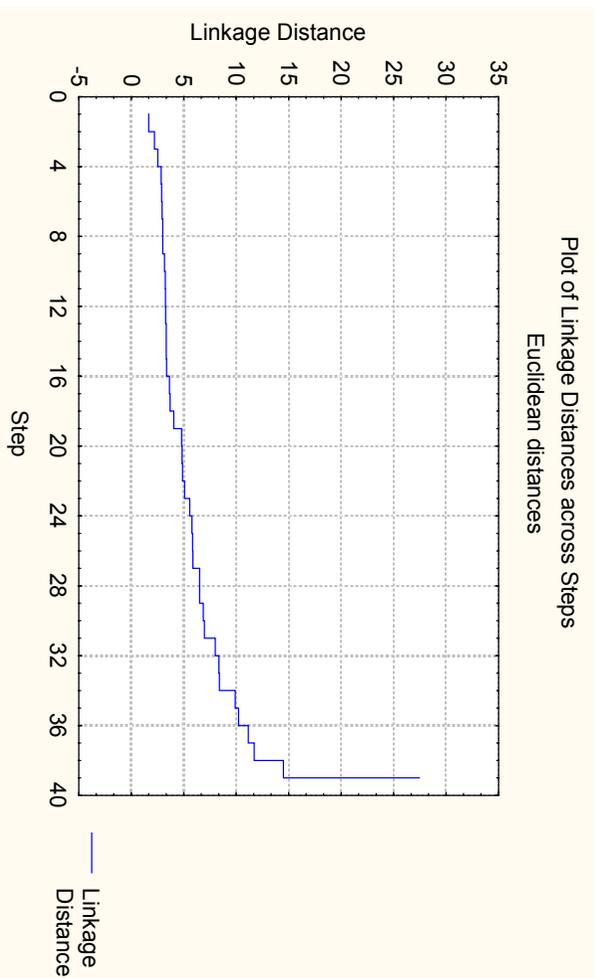
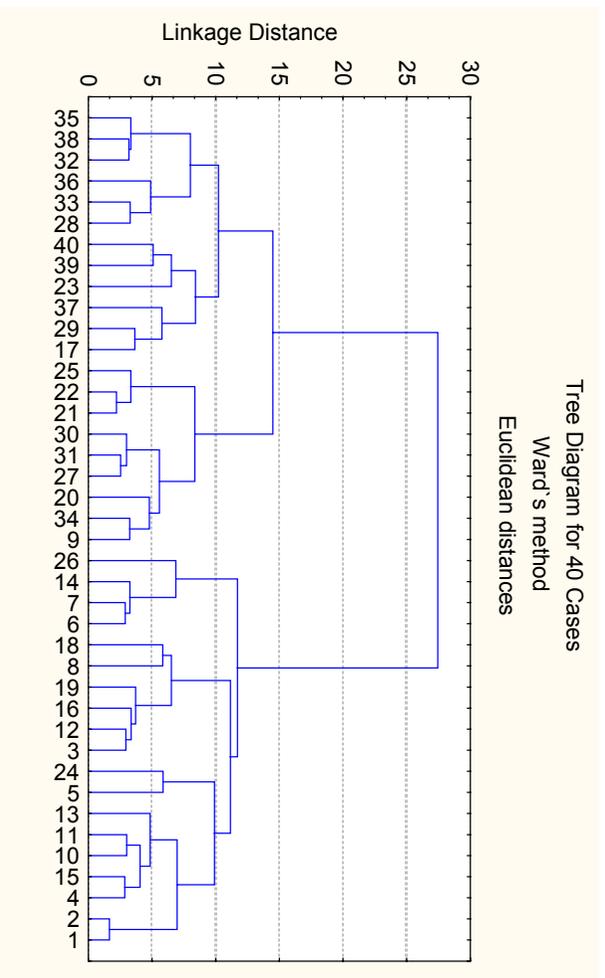
Anexo 03

Dendrograma do Método das médias das distâncias com ponderação (weighted pair-group average method)



Anexo 03

Dendrograma do Método de Ward (Ward's method)



**QUESTIONÁRIO-ROTEIRO PARA CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO
NA REGIÃO DOS CERRADOS**

(CONFIDENCIAL)

Questionário No

I. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTOR

Nome:

Fazenda: Área:

Localização (Município):

Data da Entrevista .../.../...

II. HISTÓRICO DO PLANTIO DIRETO NA PROPRIEDADE

1. Quando e onde ouviu falar pela primeira vez em PD?

.....
.....

2. Há quanto tempo o sistema de PD foi adotado?.....

3. O que foi determinante na sua decisão de passar do PC para o PD?

.....
.....
.....

4. Qual a área atual com PD?

5. Qual foi a evolução do PD na propriedade ao longo dos anos?

EVOLUÇÃO DA ÁREA NA PROPRIEDADE EM PD	
1º ano ha (.....% da área total)
2º ano ha (.....% da área total)
3º ano ha (.....% da área total)
4º ano ha (.....% da área total)

6. Na sua opinião quais as principais vantagens do sistema?

.....
.....
.....

7. Quais as principais dificuldades surgidas? (plantas daninhas, semeadoras, doenças, pragas, custo de herbicidas etc.)

.....

.....

.....

8. Há quanto tempo o PD tem sido utilizado sem interrupções?

9. Houve aumento na produtividade no SPD?

() Não. () Sim. comentários.....

10. Já retornou alguma vez ao sistema de plantio convencional?

() Não. () Sim. Quais as razões desse retorno?

.....

.....

11. Vê necessidade de reverter no futuro o sistema de manejo atualmente adotado na propriedade?

.....

.....

.....

III. ASPECTOS TÉCNICOS

12. Como são as condições topográficas da propriedade?

.....

.....

13. Havia problemas com erosão antes do PD? E depois da adoção ?

Antes () Não () Sim

.....

Depois () Não () Sim.....

.....

14. Quais os principais problemas encontrados no manejo do solo?

Antes de iniciar o SPD	Durante a condução do SPD

15. Faz rotação de culturas ?

() Não. Por quê?

() Sim. Quais as principais seqüências plurianuais?

.....

16. A rotação de culturas inclui alternância com pastagens?

() Não. Por quê?

() Sim. Qual a freqüência?

() anual () cada 2 anos () cada 3 anos () cada 4 anos () cada 5 anos ou mais

17. Utiliza plantas de cobertura (incluindo adubação verde) para formação de palhada ?

() Não. Por quê?

() Sim. Quais as principais espécies?

Safra de verão	Safrinha (segunda safra)

18. Como são manejadas as plantas de cobertura?

() Dessecação com herbicidas () Roçadeira () Gradagem () Rolo-Faca

() Outro procedimento (especificar):

19. A formação de palhada com plantas daninhas é utilizada?

() Não. () Sim. Em que percentagem?

20. Quais as principais dificuldades para a formação de palhada sobre o solo?

.....

21. Que tipo de herbicida é usado na dessecação? () Sistêmico () Contato

Junto com pré-emergente? () Sim () Não

22. Quais os principais herbicidas utilizados:

.....

23. Aumentou o consumo de herbicidas com utilização do PD ?

() Não. () Sim. Por quê?

24. Têm havido falhas com o uso de herbicidas?

() Não. () Sim. Quais?

.....

25. Você tem observado evolução no quadro de plantas daninhas? () Não () Sim

Quais plantas daninhas sofreram alteração populacional (aumento ou redução)?

Planta daninha	Aument o	Reduçã o	Planta daninha	Aumen to	Reduçã o

26. Você tem observado alteração na incidência de pragas e doenças? () Não () Sim
Quais?

Pragas	Aumento	Redução	Doenças	Aumento	Redução

27. As plantadoras/semeadoras existentes são adequadas?

() Sim. () Não. Por quê?

.....

28. Associado ao Clube Amigos da Terra ?

() Não. () Sim.

.....