

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ ANTONIO RODRIGUES SANTOS

**A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO
SOJA BRASILEIRO**

CURITIBA

2015

LUIZ ANTONIO RODRIGUES SANTOS



**A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO
SOJA BRASILEIRO**

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão do Agronegócio, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr. João Batista Padilha Junior

CURITIBA

2015

RESUMO

A adoção de inovações tecnológicas condiz com as atuais expectativas da sociedade no que concerne ao desenvolvimento e ao crescimento econômico. No meio rural, em particular, o complexo soja, o conceito de inovação tecnológica se legitima por meio do uso de tecnologias como: a biotecnologia, o plantio direto e a agricultura de precisão. Tais inovações fazem que o sistema produtivo da cultura de soja se destaque no segmento econômico denominado agronegócio. Portanto, as inovações tecnológicas são primordiais para o processo de crescimento econômico, por atuar de forma interminável e contínua na busca de soluções que viabilizem o sistema produtivo como um todo. Normalmente as inovações tecnológicas que envolvem o complexo soja são obtidas pela pesquisa e a introdução contínua de novas maneiras e técnicas de produzir, muitas vezes feitas por meio de transformações de ordem incremental e adaptativa objetivando a melhoria contínua na eficiência técnica e econômica. Estas, por sua vez determinaram as trajetórias tecnológicas, as quais fazem uso do conhecimento baseando-se no aprendizado e na experiência acumulada ao longo do tempo para encontrar soluções capazes de superar os paradigmas tecnológicos expostos pelos problemas técnicos, operacionais e econômicos quando analisada a eficiência da tecnologia. Portanto, essa dinâmica de busca contínua por aperfeiçoamento técnico e econômico nas tecnologias que envolvem o sistema produtivo da soja colabora significativamente com o desenvolvimento social e econômico. Principalmente, no que diz respeito a expansão do agronegócio brasileiro e mundial para o fornecimento de alimentos, a preservação ambiental e ao avanço tecnológico.

Palavras chave: Complexo soja. Inovação. Tecnologia.

ABSTRACT

The adoption of technological innovations matches with current expectations of society with respect to development and the economic growth. In rural areas, in particular, the soy complex, the concept of technological innovation is legitimized through the use of technologies such as biotechnology, tillage and precision agriculture. These innovations do the production soybean crop system win highlighted in the economic segment called agribusiness. Therefore, technological innovations are essential to the process of economic growth, by acting in continues form in the seeking solutions that enable make possible the production system as a whole. Usually technological innovations involving the soy complex are obtained by research and the continuous introduction of new ways and techniques to produce, often made through incremental and adaptive order changes aiming to continuous improvement in technical and economic efficiency. These, in turn determine the technological trajectories, which make use of knowledge based on the learning and experience accumulated over time to find solutions able to overcome the technological paradigms exposed by technical, operational and economic problems when analyzing the efficiency technology. Therefore, this dynamic of continuous search for technical and economic improvement in technologies involving the production of soybean system contributes significantly to the social and economic development. Especially regarding the expansion of the Brazilian and global agribusiness for food supply, environmental protection and technological advancement.

Keywords: Soy complex. Innovation. Technology.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	OBJETIVO GERAL.....	09
	2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	09
3	REFERENCIALTEÓRICO-METODOLÓGICO.....	09
	3.1 A IMPORTANCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO.....	09
	3.1.1 Agricultura e Agronegócio.....	09
	3.1.2 Sistema Produtivo: Cultura de Soja.....	11
	3.2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	12
	3.2.1 Produção, Inovação e Tecnologia.....	12
	3.2.2 Paradigmas Tecnológicos.....	23
4	TECNOLOGIAS AGRICOLAS.....	25
	4.1BIOTECNOLOGIA.....	26
	4.1.1 Impacto da Transgenia na Produtividade de Soja.....	26
	4.2 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.....	28
	4.2.1 Sistema de Plantio Direto e Produtividade de soja.....	29
	4.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	29
	4.3.1 Efeito da Agricultura de Precisão na produtividade e Soja.....	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
6	REFERENCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma nação se dá pelo crescimento econômico, o qual ocorre por meio da atividade econômica (PIB, emprego, renda) e também o nível geral dos preços (inflação), e só se torna possível quando sustentado pelas atividades econômicas que emergem dos esforços conjuntos da população, que através de um círculo virtuoso provocado por uma expansão do sistema produtivo e do mercado de bens e serviços, provêm a elevação do bem-estar social na medida que aumenta o nível de renda da população, ou seja, o crescimento econômico propriamente dito.

Atualmente, o agronegócio brasileiro responde por uma parcela significativa no que diz respeito ao crescimento econômico do país, devido a intensificação da produção, aumento das áreas produtivas e elevados ganhos de produtividade, oriundos do avanço tecnológico de ordem incremental e adaptativa.

Dentro desse contexto, o complexo soja exerce papel fundamental para o desenvolvimento econômico da nação, seja através da entrada de divisas para o país por meio das exportações da oleaginosa e seus derivados, devido a crescente demanda mundial, ou por meio do consumo interno quando utilizado seus inúmeros sub-produtos como insumos indispensáveis para o desenvolvimento de outras cadeias produtivas, como por exemplo, a avicultura e a suinocultura que fazem do farelo de soja componente essencial para a produção de ração animal.

O complexo soja, ao longo do tempo, para que obtivesse ganhos expressivos com níveis de qualidade superiores e melhor produtividade nos ciclos de produção passou por uma série de adequações e inovações tecnológicas.

O progresso técnico é, portanto, considerado como um elemento importante que afeta o processo de crescimento econômico, ao introduzir transformações nos sistemas socioeconômicos que alteram estratégias com o objetivo de otimizar a produção. Assim, o desenvolvimento do complexo soja é um conjunto de conhecimentos práticos e teóricos que resultaram de inovações tecnológicas.

O crescimento do agronegócio brasileiro e a expansão do sistema produtivo da soja associado à transferência do conhecimento e ao avanço tecnológico é processo interminável e contínuo, e uma necessidade vital da sociedade e da economia.

2 OBJETIVO GERAL

Descrever os conceitos de inovação tecnológica e a importância do complexo soja para o agronegócio brasileiro.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os conceitos de inovação tecnológica;
- Descrever a importância da Biotecnologia, do Sistema de Plantio de Direto e Agricultura de Precisão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Economicamente falando a produção de soja no Brasil é vital para o agronegócio brasileiro e conseqüentemente para o sistema econômico como um todo. Atualmente o volume crescente da produção de soja no Brasil é obtido muito mais pela elevação da produtividade do que pelo aumento das áreas de produção propriamente dito, isso devido a inovações tecnológicas que são mais notáveis nas áreas de insumos, biotecnologia, bens de capital e embalagens.

3.1 A IMPORTANCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO

Ao longo da história a agricultura foi, e ainda é crucial para o desenvolvimento econômico de vários países, entre eles o Brasil. Na economia brasileira o agronegócio tem significativa importância, sendo responsável por quase um terço do PIB do país, nesse contexto o sistema produtivo da cultura de soja é uma das atividades do agronegócio brasileiro mais expressiva do ponto de vista econômico, fazendo com que o Brasil ocupe papel de destaque no cenário mundial de comércio de soja devido ao grande volume da produção da oleaginosa.

3.1.1 Agricultura e Agronegócio

A base de qualquer economia está sustentada no pilar da produção de alimentos, seja por sua abrangência e essencialidade, seja pela rede de setores que se relacionam de forma direta e indiretamente, como o agrícola, o de serviços e o de insumos, bens de capital e tantos outros (GOUVEIA, 2006).

De acordo com Bragagnolo e Barros (2015) a agricultura teve e tem papel fundamental para a concretização do crescimento econômico brasileiro. Mas, Jorgenson (1961) *apud* Bragagnolo e Barros (2015) ressalta que tal afirmação não se aplica somente para o caso do Brasil, mas para o processo de desenvolvimento econômico de diversos países. De forma que a agricultura teve papel importante como fornecedora de recursos para investimentos em atividades emergentes, para a liberação de mão de obra para outros setores, como provedora de poupança para a acumulação de capital, bem como devido à oferta de alimentos a preços acessíveis para a população.

Segundo Deliberador et al (2014), o Agronegócio como um todo é considerado o setor mais representativo da economia brasileira, participando com 22,15% do PIB do país, o que equivale cerca de quase um terço de toda a produção nacional. Segundo Bacha (2000) *apud* Deliberador et al (2014), o país apresenta perspectivas satisfatórias para o agronegócio, e isso se deve principalmente às suas características e variedades no que concerne ao clima e solo do país, fazendo com que venha se registrando ao longo do tempo importantes avanços quantitativos e qualitativos, mantendo o Agronegócio como setor de grande capacidade empregadora e de geração de renda, além de impulsionar os demais setores da economia.

Segundo Batalha (2002) *apud* Deliberador et al (2014), o Agronegócio é formado por um conjunto de atividades de um setor agrícola, que se relacionam economicamente, e que normalmente pode ser dividido em três partes. A primeira parte refere-se a de “dentro da porteira”, ou seja, a produção dos produtos agrícolas e agropecuários propriamente dito. Na sequência, segundo Araújo (2005) *apud* Deliberador et al (2014), encontram-se os negócios “pré-porteira”, ou à montante, que nada mais é que a parcela da representação comercial ou industrial no fornecimento de insumos para os negócios agrícolas e pecuários. Sendo assim, a terceira e última parte é caracterizada pelos negócios “pós-porteira”, ou à jusante, que compõem de negócios que compram os produtos agropecuários, os beneficiam, os transportam e os vendem para os consumidores finais.

Pires (2009) *apud* Deliberador et al (2014), alerta para a diferença existente entre cadeia produtiva e rede de suprimentos, pois a cadeia produtiva é utilizada para determinação do conjunto de atividades de um determinado segmento de mercado, enquanto uma rede suprimentos é parte de uma ou mais cadeias

produtivas envolvendo as estratégias e atividades de planejamento, movimentação e armazenagem de produtos.

No Brasil o Agronegócio o setor representou 41,29% do total das exportações brasileiras em 2013, e 7,12% das importações, inferindo em um saldo favorável de US\$ 82.907 milhões para o país, tendo no complexo da soja seus principais produtos comercializados (MAPA, 2014 *apud* DELIBERADOR et. al., 2014).

3.1.2 Sistema Produtivo: Cultivo de Soja

Nas últimas décadas a produção de soja ocupa destaque dentro do agronegócio nacional e mundial, pois a cultura de soja está entre as atividades produtivas e econômicas que apresentaram crescimentos mais expressivos. Isso deve-se a diversos fatores, tais como: o forte desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos do complexo da soja; a consolidação da oleaginosa como principal fonte de proteína vegetal, especialmente para atender demandas crescentes dos setores ligados à produção de produtos de origem animal e; geração e oferta de tecnologias, que viabilizaram a expansão da exploração da sojicultura para diversas regiões do mundo (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2011 *apud* ASSIS e GONÇALVES, 2014).

A expansão do sistema produtivo da cultura de soja no Brasil foi a principal responsável pela introdução do conceito de agronegócio no país, isso ocorreu não só pelos grandes volumes tanto físico como financeiro que o sistema produtivo envolve, mas também por uma crescente necessidade de uma visão empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes, de forma a ampliar as vantagens competitivas da produção (PAULA e FAVERET FILHO, 1998).

Segundo Menegatti e Barros (2007), o crescimento da produção de soja e sua grande importância no mercado internacional deve-se ao fato de seu grão ser a principal fonte de óleo vegetal comestível e também devido ao farelo, proveniente do processo de esmagamento, ser amplamente utilizado na formulação de ração animal.

Devido a tais fatos, quando somados, resultam em um aumento crescente da demanda pelo produto e na multiplicação de áreas de sua lavoura, que, segundo Lopes (2004) *apud* Menegatti e Barros (2007), embora o aumento na área colhida de soja seja notável, tamanho crescimento na produção se deve, principalmente, ao

aumento de produtividade dos fatores de produção. Desta forma, o crescente aumento dos fatores de produção e produtividade que dinamizam o agronegócio, geram uma oferta que permite que a cultura seja uma importante fonte geradora de divisas econômicas para os países produtores.

O Brasil ocupa a posição de segundo maior *player* mundial de comércio de soja, devido ao grande volume da produção, fazendo com que a cultura da oleaginosa assumira papel importante no cenário agrícola brasileiro, ultrapassando os limites das porteiras das fazendas para influenciar em discussões sobre pesquisa tecnológica, agroindústria, cadeia produtiva e outros tantos assuntos (PAULA e FAVERET FILHO, 1998).

Segundo Paula e Faveret Filho (1998), a cultura de soja no Brasil se confunde com o processo de modernização da agricultura, pois o processo de mecanização e a introdução de técnicas modernizadas de plantio (que objetivam maior conservação do solo e dos mananciais hídricos), colheita e processamento de grãos tem a soja como grande indutor e difusor.

Atualmente as principais inovações ligadas ao mercado de alimentos, e conseqüentemente ao agronegócio como um todo estão nas áreas de insumos, biotecnologia, bens de capital e embalagens (GOUVEIA, 2006).

3.2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Toda tecnologia se desenvolve ao longo do tempo aperfeiçoando sistemas que apresentam os melhores resultados técnicos e descartando ou modificando quando apresentam imperfeições. Coube a Schumpeter a primazia em afirmar que a mudança tecnológica é o motor do desenvolvimento capitalista e assim deu origem a uma grande área de estudo comum à economia.

3.2.1 Produção, Inovação e Tecnologia

A finalidade da produção é a satisfação das necessidades da sociedade e a economia, tanto sob a ótica estática quanto dinâmica, é explicada a partir desse aspecto, ou seja, é o grau de saciedade de consumo que determina grande parte das oscilações em termos de produto. Mas, a saciedade em termos de consumo não é obtida a qualquer preço, existem limites. Portanto, mudanças que ocorrem no processo produtivo têm sempre fundamento econômico, pois, muitas vezes, aquelas recomendadas por um lado são rejeitadas por outro. Isto, na prática, faz com que o

elemento técnico se submeta ao econômico. Logo, todo método de produção em uso num dado momento se subordina a adequação econômica (SCHUMPETER, 1982).

Entretanto, o ótimo econômico e o perfeito tecnologicamente não precisam divergir, embora frequentemente seja comum. Isto porque os métodos que são tecnologicamente inferiores (num dado momento de implementação de novas tecnologias) ainda persistem como os que melhor se ajustam às condições econômicas dadas. Pois, conforme Schumpeter enfatiza, todos agem, ao menos em parte, de acordo com a racionalidade econômica. Logo, se o objetivo da produção tecnológica é na verdade determinado pelo sistema econômico, a lógica econômica prevalece sobre a tecnológica (SCHUMPETER, 1982, p. 16).

Todo processo produtivo, analisado tanto no aspecto econômico quanto tecnológico, combina forças e coisas que estão no seu alcance. Os métodos de produção significam algumas dessas combinações técnicas. Métodos de produção diferentes se caracterizam pela maneira com que se dão essas combinações, ou seja, pelos objetos combinados ou pela relação entre suas quantidades. Assim, todo ato concreto de produção incorpora certa combinação. Pode-se considerar, ainda, como “combinações” uma determinada empresa, e até mesmo as condições produtivas de todo sistema econômico (SCHUMPETER, 1982, p. 15).

Habitualmente, em combinações inerentes a processos produtivos sucessivos, cada bem amadurece para o consumo pela adição de outros bens. Empregam-se meios de produção para satisfazer primeiramente as necessidades mais prementes, posteriormente prossegue a satisfação das necessidades sentidas progressivamente com menos urgência. O incremento na quantidade de bens para o consumo repassa por uma validação do mercado e os bens selecionados, o são, após ter resistido ao teste da experiência (SCHUMPETER, 1982).

Para Schumpeter (1982), o melhor método de produzir deve ser concebido como o mais vantajoso dentre os métodos que foram testados empiricamente e se tornaram conhecidos. Pois, o conhecimento e a experiência adquirida ao longo do tempo, parte herdada, é direcionada à produção para alcançar maior vantagem. Sendo que são os períodos econômicos passados que determinam a produção.

Ao acumular experiência, cada indivíduo contribui empiricamente para o processo produtivo como um todo. Em qualquer momento os indivíduos podem introduzir novos fatos técnicos no esquema produtivo. Estes, ao longo do tempo, são

cristalizados como prática pelo costume. Com esta tecnologia, o produtor executa suas tarefas, adaptando-a às circunstâncias. Assim, mesmo que as condições externas mudem, não se trata de fazer algo completamente novo, mas apenas adaptar às novas condições. A adaptação, por sua vez, oferece dificuldades e é necessário tempo para se internalizar a nova situação criada (SCHUMPETER, 1982).

Schumpeter (1982, p. 44), define “evolução” como uma mudança histórica dentro de um período de tempo. Essas mudanças aparecem de maneira contínua, e altera-se a relação recíproca entre as coisas e forças, unindo algumas e separando outras. Pode-se eventualmente transformar radicalmente um processo produtivo mediante adaptação contínua, feita em inúmeras etapas pequenas. Entretanto, é preciso que essas mudanças, além de contínuas, sejam fecundas.

Para Schumpeter (1982, p. 47), todo processo de desenvolvimento é originado de outro desenvolvimento precedente. Muitas vezes o desenvolvimento surge de uma situação sem desenvolvimento e cria os pré-requisitos para o seguinte. O desenvolvimento é um fenômeno ou mudança que altera ou desloca o estado existente de equilíbrio para um novo equilíbrio.

O desenvolvimento se dá através da transformação da sociedade, que se concretiza através da produção. Produzir coisas novas, ou as mesmas coisas por método diferente, significa combinar diferentemente materiais e forças. Pode-se chamar de empreendimento a realização de combinações novas e, os indivíduos que as realizam são os empresários. Estes têm a função de reunir e combinar os fatores econômicos. Então, o conceito de desenvolvimento é entendido como a realização de novas combinações. Com o tempo, novas combinações vão se originando de combinações mais antigas, dados ajustes contínuos em etapas, assim se conformam as mudanças, então possivelmente haverá também crescimento (SCHUMPETER, 1982).

As inovações tecnológicas radicais causam destruição, ao mesmo tempo em que criam. Cada nova tecnologia aniquila, pelo menos, reduz o valor das velhas técnicas, e aí então se torna necessário o processo de adaptação. O progresso passa a ser, então, consequência deste processo que destrói e cria, e que é caracterizado pelo crescimento econômico de um país (SCHUMPETER, 1982, p. 143).

Logo, as inovações mantêm o desenvolvimento em funcionamento, com a introdução de novos produtos, novas formas de organização, novas fontes de matérias-primas e componentes (LA ROVERE, 2006, p. 285-301).

Em outras palavras, através dessa dinâmica, que pode ser interpretada como um processo que depende do conhecimento adquirido e acumulado ao longo do tempo, e através do aprendizado que vem deste conhecimento, que se tem a adoção contínua de inovações.

Conhecimento é o que todos adquirem, baseado na experiência vivida ou transmitida, em geral resulta de repetidas experiências casuais de erro e acerto. Na prática, todos agem em conformidade com a experiência bem-sucedida, em conformidade com o conhecimento da melhor combinação dos meios presentes sob as condições dadas, uma vez que todo o conhecimento e hábito adquiridos incorporam-se no processo produtivo. Esse processo permanente de acúmulo de conhecimento que é continuamente acrescentado e adaptado aos processos produtivos colabora significativamente para o desenvolvimento propriamente dito, e estimula o desenvolvimento de novas técnicas que melhoram o sistema como um todo (CAMPOS, 2005; LA ROVERE, 2006, p. 285-301).

Pode-se dizer que a tecnologia é um processo de adoção contínua de inovações, processo esse, que depende do conhecimento acumulado ao longo do tempo pelo processo de aprendizado, que pode ser entre outros, mediante o processo de aprender pelo fazer ou pelo uso. Em resumo, a descoberta e a compreensão de coisas quase sempre levam à necessidade de descobrir e compreender novas coisas (QUEIROZ, 2006).

O conceito de inovação não enfatiza somente a mudança tecnológica, mas toda e qualquer mudança que possa ser realizada dentro do sistema econômico, e conseqüentemente possa promover vantagens e ganhos competitivos (POSSAS, 2002 *apud* SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006, p.31).

Para Schumpeter (1982), a produção não cria, apenas pode influenciar as coisas e os processos ou forças, ou seja, influencia a utilização de métodos diferentes dentro dos processos produtivos. Pois, muitas vezes, os meios de produção podem ser substituídos por outro, total ou parcialmente. Em outras palavras, a falha de um meio de produção pode ser compensada pelo incremento de outro, sem mudar o método.

Schumpeter (1982) distingue o processo de criação de um aparato produtivo do processo de fazê-lo funcionar, uma vez criado. Se um processo produtivo não é perfeito, pode, no entanto, com o tempo, aproximar-se de uma relativa perfeição. Isto tudo se o ambiente, as condições sociais e o conhecimento colaborarem para tal. Assim, novas descobertas podem ser continuamente acrescentadas ao estoque de conhecimento existente.

Logo, é mais difícil fazer algo novo do que fazer o que já é conhecido e testado pela experiência. Inovação difere de invenção, e por isso é que se deve distingui-las. A invenção demanda oportunidade e tempo de concepção e elaboração da combinação nova. Paralelamente, o processo inovativo considera exclusivamente o melhoramento no processo produtivo como um todo.

Novas e vantajosas possibilidades de combinações no sistema produtivo decorrem de condições existentes no ambiente. Isto porque a maioria das combinações novas não deriva das antigas, quanto menos tomam o seu lugar, mas concorrem com elas. Essas combinações se sucedem e se adaptam às novas condições do ambiente, principalmente com o passar do tempo, e colaboram significativamente para o desenvolvimento propriamente dito (SCHUMPETER, 1982).

A realização de novas combinações é difícil, inclusive com a possibilidade do fracasso. Mas, quando do sucesso outros seguirão os pioneiros. O sucesso é facilitador pela remoção dos obstáculos, até que finalmente a inovação se torna comum aos usuários. A progressiva simplificação da realização de novas combinações, e o aparecimento bem-sucedido dos processos produtivos é seguido pelo aparecimento de outros (SCHUMPETER, 1982).

O desenvolvimento não avança gradualmente e uniformemente, tampouco tem uma continuidade ininterrupta, logo evolui no tempo espasmodicamente. Pois, durante o desenvolvimento econômico ocorrem movimentos contrários, contratempos e incidentes que podem interromper o caminho. O desenvolvimento, sinteticamente, representa o processo pelo qual processos produtivos se adaptam às novas condições (SCHUMPETER, 1982).

No choque do processo de desenvolvimento com movimentos contrários radicais, uma grande quantidade de valores é aniquilada; e as condições e os pressupostos fundamentais dos processos produtivos se alteram. Assim, o desenvolvimento que inicia é novo e não simplesmente continuação do antigo. O

novo desenvolvimento provém de condições diferentes e em parte da ação de pessoas diferentes; muitos valores antigos são exterminados e surgem outros completamente novos (SCHUMPETER, 1982, p. 144).

A teoria evolucionária trata a mudança econômica como um processo irreversível, em que o tempo e a dinâmica complexa desempenham um papel essencial na compreensão desse processo. Todo progresso técnico é resultante de mudanças de ordem tecnológica que podem ser inventadas ou inovadas. A invenção somente assume maior relevância econômica quando se transforma em inovação, sendo que toda a atividade inovadora envolve experiência acumulada ou adquirida ao longo do tempo. Assim, as inovações ocorrem de forma diluída no tempo e em função da aprendizagem tecnológica acumulada (FURTADO, 2006, p. 169-191).

Então, a tecnologia é um conjunto de conhecimentos práticos e teóricos, e os processos de invenção, inovação e difusão têm como consequência uma nova maneira de produzir. Logo, torna-se necessário distinguir inovações tecnológicas das invenções.

Schumpeter procura diferenciar inovações tecnológicas das invenções. As inovações tecnológicas apenas mantêm um relacionamento distante, embora a maioria delas derive de algum novo conhecimento teórico ou prático, descoberto ou formulado num passado remoto ou próximo. Já a invenção, quando técnica e economicamente viável detona um processo de reequilíbrio das forças produtivas. Portanto, o desenvolvimento de uma invenção e a realização de uma inovação constituem dois processos inteiramente diversos entre si, mesmo que tenham sido empreendidos por uma única e mesma pessoa (SZMRECZANYI, 2006, p. 112-134).

As inovações tendem a ocorrer em conjunto, dada a interdependência de novas tecnologias que se completam. Durante o tempo de vida útil de uma tecnologia, os aperfeiçoamentos, as mudanças técnicas, de qualidade e nos métodos de produção estendem-se ao longo do tempo, não ficando restritas somente ao momento da invenção (ROSENBERG *apud* FURTADO, 2006, p. 168-191).

Pode-se entender, dessa forma, que existem mudanças adaptativas e mudanças criativas. Fica claro que a inovação, diferentemente da invenção, é um fator de mudança interno ao processo produtivo, pois leva a uma nova e diferente utilização dos fatores de produção e a uma nova maneira de fazer. Portanto, a inovação adquire importância econômica através de um processo sistemático de

redesenho, modificação e de pequenos melhoramentos (FURTADO, 2006, p. 168-191).

Conforme observado por Freeman (1984) *apud* LA Rovere (2006, p. 287), as inovações podem ser incrementais ou radicais. As inovações incrementais são aquelas que introduzem aperfeiçoamentos em produtos ou processos já existentes. Por sua vez, as inovações radicais introduzem novos produtos, novos processos e novas formas de organização da produção.

Em outras palavras, as inovações radicais se constituem na introdução de um processo verdadeiramente novo, capaz de causar uma ruptura na lógica do desenvolvimento tecnológico. Paralelamente, as inovações incrementais são melhorias sucessivas a que são submetidos os processos (CAMPOS, 2005).

Dentro desse contexto, pode-se entender um sistema de inovação como um conjunto de elementos relacionados ou conectados que interagem entre si formando uma simbiose. Esta deve gerar o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias. Ainda, a inovação é um processo no qual os agentes apreendem e introduzem novas práticas, produtos e novos processos (NELSON, 1993 *apud* SBICCA e PELAEZ, 2006, p. 415-448).

Analisando em termos econômicos, as inovações tecnológicas correspondem à aquisição, introdução e aproveitamento de novas tecnologias. Sendo assim, o progresso técnico é considerado como um elemento que afeta o processo de crescimento econômico, ao introduzir transformações nos sistemas socioeconômicos que alteram as estratégias produtivas. Portanto, a mudança tecnológica pode ser considerada como o motor do desenvolvimento capitalista, ou seja, o processo de geração e difusão das inovações é o principal fator determinante dos chamados ciclos longos do capitalismo, pois a busca por lucros é motivação essencial para a introdução de inovações (SZMRECSANYI, 2006).

A importância das inovações tecnológicas é realçada por Schumpeter, ao ver no progresso técnico, da mesma forma que Karl Marx, uma característica essencial e indissolúvel das empresas capitalistas (SCHUMPETER, BC, p.10 *apud* SZMRECSANYI, 2006, p. 112-134). Ao discutir a atividade inovadora, Dosi (1988) *apud* LA Rovere (2006), a define com um conjunto de processos de busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos processos e novas técnicas organizacionais.

A difusão das tecnologias é componente interno do próprio sistema econômico, pois o processo de difusão da inovação leva às novas inovações, em geral de caráter incremental. De certa forma, a difusão tende a ser associada à introdução de inovações incrementais e de outras complementares, gerando um determinado sistema tecnológico. Assim, a difusão de inovações de ordem tecnológica pode ser considerada como a direção tomada pelo desenvolvimento tecnológico propriamente dito, originando uma trajetória tecnológica (SCHUMPETER *apud* FURTADO, 2006, p. 168-191).

A difusão faz parte do arcabouço de conceitos que dão sustentação a análise dos impactos econômicos do progresso técnico. Em outras palavras, a difusão e o uso do novo conhecimento gerado pela inovação tecnológica são transmitidos aos agentes econômicos com rapidez e eficiência, marcando o estado de desenvolvimento tecnológico (FURTADO, 2006, p. 168-191).

A difusão consiste, sobretudo, num processo de inovações incrementais: O processo de difusão depende do grau de melhoramentos observados e nas características de rendimento de uma inovação. As modificações e adaptações progressivas são introduzidas para atender às necessidades específicas de distintos mercados. Ainda, procuram atender a disponibilidade e introdução de outras inovações complementares que afetam de forma decisiva a atratividade econômica da inovação original (ROSENBERG, 1979, p.88 *apud* FURTADO, 2006, p. 168-191).

As inovações sugeridas ou introduzidas no processo de difusão de uma determinada inovação são, muitas vezes, tão importantes quanto a própria invenção. Neste sentido, o *learning-by-using* é de suma importância no processo de inovação, e complementa o *learning-by-doing* resultante da experiência acumulada. Dentro do processo de inovação forma-se um conjunto complexo de transformações que envolvem fornecedores e usuários da inovação, do qual faz parte a difusão: aperfeiçoamento dos inventos (desenvolvimento de habilidade técnicas dos usuários - *learning-by-using*); aperfeiçoamento em paralelo da velha e da nova tecnologia: (a introdução da nova tecnologia não implica necessariamente a eliminação da antiga); e também o contexto institucional: (as mudanças técnicas dependem de modificações do contexto institucional - leis, cultura, tradições - que podem funcionar como freio para a difusão de inovações) (FURTADO, 2006, p. 168-191).

O processo de aprendizagem é indissociável das mudanças incrementais e, dá-se pelo fazer, pela adaptação, pela pesquisa e pela interação. O aprendizado

tecnológico é conceitualmente um processo pelo qual determinado agente acumula habilidades e conhecimentos, e cujo resultado é um aperfeiçoamento contínuo da tecnologia, com conseqüentes ganhos de desempenho. Trata-se na verdade, não de um único, mas de uma multiplicidade de processos, dadas as diversas formas de aprendizado (o aprender fazendo, pelo uso, pela pesquisa, pela adaptação, entre outros). Portanto, conforme afirma Dosi (1988) *apud* Queiroz (2006), a base da aprendizagem está diretamente ligada no conhecimento.

Para Arrow (1962) *apud* Queiroz (2006), o *learning-by-doing* é um processo decorrente da própria atividade produtiva. Assim, quanto maior a produção acumulada, tanto maior será a experiência adquirida. Rosenberg (1982) *apud* Queiroz (2006), destaca outro importante processo do aprendizado, o de aprender pelo uso (*learning-by-using*). Neste, a acumulação de capacidades decorre do uso do produto, e não do processo pelo qual é produzido, como no caso do *learning-by-doing*. Uma característica importante do “aprender usando”, que o distingue do “aprender fazendo”, é a participação ativa dos usuários no processo. O aprendizado é buscado, ele não resulta automaticamente da atividade produtiva.

Paralelamente, a idéia do “aprendizado por interação” (*learning-by-interacting*), sugerida por Lundvall (1988) *apud* Queiroz (2006, p. 193-211), também destaca o envolvimento de usuário e produtores na promoção de inovações de produto. O processo é caracterizado por um aprendizado conjunto, a partir de laços de cooperação que se estabelecem entre ambos.

Por sua vez, a noção de “aprendizado adaptativo”, proposta por Katz (1976) *apud* Queiroz (2006, p. 193-211), circunscreve a inovação aos processos e produtos existentes que precisam ser modificados para funcionar num contexto diferente daquele para o qual foram inicialmente criados.

Logo, a adoção e a difusão de tecnologias é um processo condicionado pela percepção dos agentes econômicos das possíveis alternativas tecnológicas e de seu potencial de desenvolvimento. Em síntese, a evolução tecnológica conduz quase necessariamente a superação da barreira entre geração e difusão tecnológica. Ambos processos, integram-se continuamente às mudanças tecnológicas, no qual o processo de aprendizagem tem um papel fundamental (FURTADO, 2006, p. 168 - 191).

Portanto, o aprendizado tecnológico é primaz ao sistema tecnológico, pois é através dele que se acumula conhecimento e incrementam-se novos reparos na tecnologia já existente, mas em permanente mutação (QUEIROZ, 2006, p. 194).

A dinâmica da inovação depende da difusão tecnológica, bem como o processo de aprendizagem (que é cumulativo, sistêmico e idiossincrático) é essencial para o sistema tecnológico como um todo, pois cumpre papel decisivo nos processos de inovação (CAMPOS, 2005).

O conceito de rotina, na visão da corrente evolucionista, se complementa com as de seleção e busca. A seleção analisa a aptidão e as competências das melhores rotinas estratégicas e operacionais, fazendo assim as escolhas cabíveis ao longo tempo. O conceito de busca, de Nelson e Winter (1996), de acordo com Corazza e Fracalanza (2004 *apud* SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006, p. 36) não admite que a inovação seja simplesmente mero resultado de análises do tipo custo - benefício. Se as rotinas de busca, materializadas nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, são permeadas pela incerteza, a inovação passa a ser um processo guiado por uma heurística de busca, com base em experiências prévias, tentativas, sucessos e fracassos.

Nessa dinâmica de enfoque evolucionista, percebe-se um círculo vicioso, onde: primeiro se introduzem as inovações e a partir daí cria-se então um ambiente de seleção. Neste ambiente ocorre um processo de transformação da estrutura que irá qualificar algumas inovações e desqualificar outras. Depois disso, buscam-se outras inovações a partir de outro estágio, com uma série de incorporações. Após essas mudanças nos processos de busca, têm-se então outras inovações, e essas inovações novamente são introduzidas nesse processo.

Nesta representação evolutiva, a noção de rotina que, além de ter cunho estratégico e operacional, é central, pois se encontra na base comportamental dos agentes que controlam as combinações e, conseqüentemente, os processos produtivos. Dado o ambiente seletivo da competição capitalista, a empresa inova para sobreviver mediante regras de padrões comportamentais previsíveis sob a denominação de rotinas (NELSON e WINTER, 1996 *apud* SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006, p. 34).

Os problemas detectados em rotinas, por sua vez, colocam em ação rotinas de solução de problemas ou promovem alterações nelas próprias. A introdução de inovações pode implicar no desenvolvimento de nova rotina ou adaptação das

anteriores. A própria geração de inovações é uma atividade passível de organização em rotinas que consistem em princípios de busca de soluções de problemas.

A seleção, que nada mais é que uma escolha das melhores aptidões apresentadas, diante da visão evolucionista, faz com que as melhores rotinas gerem um processo de diferenciação em termos dos resultados alcançados. Quando se percebe que a estratégia adotada ou sua operacionalização não lhe permite auferir os resultados esperados, ou seja, a superação de suas aptidões, se empreende um processo de busca de novas rotinas. Tem-se, então, outro conceito fundamental da visão evolucionista que se refere aos comportamentos de busca. Estes representam processos genuinamente associados a risco (SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006, p. 35).

As inovações tecnológicas identificam a forma como o aprendizado se transforma num padrão maior de atividades que constituem a inovação tecnológica e, ainda, os encadeamentos que ocorrem entre os processos tecnológicos e suas conseqüências econômicas. Assim, torna-se importante a distinção de conceitos como de *learning-by-using* e *learning-by-doing*, pois através destes se pode verificar a possibilidade de separação de processo de inovação tecnológica em dois momentos – geração e difusão. A idéia geral do *learning* está vinculada ao processo de aprendizado tecnológico, cujo aperfeiçoamento advém do processo de difusão (ROSENBERG, 1982 *apud* SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006, p. 36).

O conceito de aprendizado está associado a um processo cumulativo através dos quais os processos produtivos ampliam seu conhecimento, aperfeiçoam seus procedimentos de busca e refinam suas habilidades em desenvolver e produzir. As informações de grande relevância econômica são anúncios para produtos que utilizam novas tecnologias, e a experiência particular do *learning* pode levar a melhoria da produtividade (QUEIROZ, 2006, p. 193-211).

Para Rosenberg (1982 e 2004) e Mowery e Rosenberg (1982) *apud* Shikida e Rissardi Jr. (2006, p. 38), toda e qualquer decisão referente a inovação tecnológica e investimentos envolvem um grau de incerteza. Neste sentido, o mercado funciona como “termômetro” e fornece respostas sobre o processo de geração de novas tecnologias, sancionando ou vetando prováveis desenvolvimentos.

Rosenberg (2004) *apud* Shikida e Rissardi-Jr. (2006, p. 38) afirma que nem sempre o sucesso de uma inovação tecnológica dependerá somente de seus inventores, mas também dependerá muito da criatividade dos usuários desta nova tecnologia.

3.2.2 Paradigma e Trajetória Tecnológica

Para Dosi et al. (2002), as trajetórias tecnológicas estão associadas as progressivas realizações de oportunidades inovadoras subjacentes a cada paradigma. Essas trajetórias podem, em princípio, ser mensuradas em termos de mudanças técnico-econômicas dos artefatos e processos de produção. Baseada numa tecnologia pré-existente, os procedimentos de pesquisa progressivamente adotados evoluem, havendo então a exploração de uma nova trajetória tecnológica. As mudanças nos paradigmas e o desenvolvimento ao longo das trajetórias tecnológicas são responsáveis pelo surgimento de oportunidades tecnológicas a serem exploradas (TIGRE, 2005).

A busca tecnológica é o incentivo à introdução de inovações. Esta implica em mudanças nos processos técnico-produtivos ou mesmo em suas rotinas operacionais, prescrevendo direção às mudanças técnicas que são implementadas e, às que são negligenciadas, gerando assim um paradigma tecnológico (LA ROVERE, 2006)

A mudança técnica, por sua vez, não resulta exclusivamente dos processos de aprendizado, mas o ponto fundamental é que o aprendizado contribui de forma muito significativa para a mudança tecnológica, e normalmente o aprendizado está associado à mudança incremental (QUEIROZ, 2006, p. 193-211).

Dosi (1982) define paradigma tecnológico como o modelo ou esquema de solução de um problema técnico selecionado. O paradigma define e contextualiza as necessidades que devem ser plenamente atendidas, influenciando nas oportunidades tecnológicas para futuras inovações e nos procedimentos básicos para sua exploração (LA ROVERE, 2006).

Um paradigma tecnológico é um agrupamento de inovações técnicas, organizacionais e administrativas inter-relacionadas que mudam de forma substancial o padrão de reprodução da força de trabalho e as condições de vida da população. As instituições, de forma geral, sofrem profundas transformações. Neste contexto desenvolvem-se as trajetórias tecnológicas (LA ROVERE, 2006; SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006).

Portanto, o conceito de paradigma tecnológico está relacionado com a produção de conhecimento tecnológico. Assim, inclui uma série de escolhas (*trade-offs*) técnicas e econômicas (LA ROVERE, 2006). Essas escolhas, ao estarem

contidas num determinado conceito técnico-produtivo, conformam o que se denomina de trajetórias tecnológicas: uma atividade “normal” de solução de problemas técnicos, recorrente dos padrões produtivos determinados pelo paradigma tecnológico.

O conceito de trajetória tecnológica está associado à difusão de inovações, ou seja, pode ser definido como a direção tomada pelo desenvolvimento tecnológico, dadas as escolhas observadas no paradigma. Avançar ao longo de uma trajetória tecnológica significa aperfeiçoar os atributos técnicos e econômicos desejáveis de certo produto, equipamento, ferramenta ou dispositivo (NELSON e WINTER, 1977 *apud* LA ROVERE, 2006).

O propósito da evolução das tecnologias (nas trajetórias) passa pela análise do processo de difusão do progresso técnico e dos efeitos do aprendizado na utilização de tecnologias distintas. Isto reforça as escolhas, mas também incorpora outros elementos cujas referências importam por serem compatíveis, inclusive entre si.

Existem duas noções representativas (derivadas da biologia), que amparam o núcleo teórico evolucionário na tentativa de integrar a mudança técnica com a transformação estrutural da economia, a saber: as noções de busca e seleção.

Os procedimentos de busca tecnológica derivam, não por acaso, da importância das assimetrias competitivas, resultantes do impacto diferenciado que o sucesso inovativo/imitativo, traduzido essencialmente em vantagens de custo, possui sobre o desempenho das firmas ao longo do tempo. A diferença entre as firmas, originada pelas tecnologias, alimenta o processo seletivo de sobrevivência das firmas dado um conjunto de características (tecnologias e estratégias) e influencia a velocidade e direção dos processos de mudança técnica, dentro e além do “paradigma” tecnológico prevalecente (SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006).

A seleção é o mecanismo de validação e redirecionamento dos processos e resultados da busca que resultam na eliminação ou alteração de tecnologias/estratégias insatisfatórias. Os modelos tecnológicos recorrentes tornam explícita a idéia de que a dinâmica competitiva nos mercados possui mecanismos intrínsecos – introdução de inovações; difusão via imitação e existência de processos (por vezes imperfeitos) de aprendizado – que perfazem pressão seletiva sobre um conjunto de firmas marcado pela diversidade (estratégica, de base técnica,

de competências). Isto provoca alterações nas características das firmas e na sua importância relativa no mercado.

Os mecanismos de seleção na economia não implicam, necessariamente, que possíveis unidades menos eficientes são eliminadas do mercado. A aderência prática da tecnologia é determinada por vários critérios que, a despeito da possibilidade de conflitarem entre si, procuram refletir de algum modo a eficiência na busca por oportunidades de lucro. Os estímulos que induzem os processos de busca são influenciados por esses mesmos mecanismos de seleção. A interação de ambos os processos (busca e seleção) implica não apenas na determinação do comportamento dos resultados de mercado, mas também, na determinação endógena de processos de mudança estrutural na indústria (CAMPOS, 2005; LA ROVERE, 2006; SHIKIDA; RISSARDI Jr., 2006).

Ademais, a sustentabilidade das capacidades produtivas é outra variável importante para a dinâmica tecnológica e econômica. Conforme Sachs (1993) *apud* Romeiro (1998), o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

4 TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS

Dentro do segmento do agronegócio, pode-se dizer que na prática o progresso tecnológico ocorrido na agricultura brasileira pode ser percebido pelo acúmulo de capital e o aumento da demanda por insumos modernos, como por exemplo aumento do número de tratores (BARROS, 1999 *apud* MENEGATTI E BARROS, 2007), também é necessário levar em conta quando se fala em progresso tecnológico o aumento do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, uso intensivo das terras e novas técnicas de cultivos adaptadas ao clima e solo brasileiro, fatores citados como estes alteraram o padrão tecnológico da agricultura brasileira.

Segundo Menegatti e Barros (2007), é importante ressaltar no que diz respeito aos aspectos agronômicos a enorme participação da pesquisa agronômica no desenvolvimento tecnológico da agricultura. Pois a pesquisa agronômica possibilitou não somente a abertura e a ocupação de áreas tradicionais na exploração agrícola, mas também a incorporação e ocupação de quase todo o solo brasileiro agricultável através de cultivares e sistemas de manejo, como o Plantio

Direto, adaptados aos diversos tipos de solos do país, fatores estes intrínsecos e limitantes ao desenvolvimento da lavoura e ao desenvolvimento tecnológico.

4.1 BIOTECNOLOGIA

Após a descoberta da tecnologia do DNA recombinante e inúmeros estudos mais aprofundados sobre o tema, houve uma grande mudança de ordem radical no padrão tecnológico e organizacional de vários setores como o da agricultura e consecutivamente de toda a cadeia produtiva da agroindústria. No início as mudanças radicais ocorridas por meio da biotecnologia ocorreram na estrutura do segmento de fertilizantes e também no segmento de sementes por meio da introdução de sementes geneticamente modificadas, e por fim as mudanças por conta da biotecnologia começa a causar impacto na indústria de processamento (SILVEIRA et al., 2005).

Segundo Silveira et al (2005), a biotecnologia pode ser definida como um conjunto de técnicas de manipulação de seres vivos ou parte destes para fins econômicos. Conceituada como de biotecnologia moderna, que é a técnica de transferência e modificação genética direta do DNA de uma planta ou de um organismo qualquer, traz consigo avanços no campo da genética vegetal como por exemplo a inserção de cultivares tolerantes a herbicidas e cultivares resistentes a insetos, tendo como efeito a redução e a dependência excessiva por parte da agricultura das inovações mecânicas e químicas, além é claro, contribuir com o aumento da produtividade, redução dos custos totais, produção de alimentos com melhor qualidade e práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente.

Das tecnologias aplicadas ao cultivo da soja, é importante ressaltar o esforço que tem sido feito pelos segmentos que trabalham com biotecnologia, que atuam no sentido de criar novos cultivares com características diferenciadas. Essas novas variedades desenvolvidas pela biotecnologia trazem em si um novo conceito de pesquisa, a da mutação genética, onde genes da planta original são modificados a fim de se obter maior rendimento, por exemplo, na extração de óleo, ou maior resistência a doenças (PAULA e FAVERET FILHO, 1998).

A proposta da semente de soja transgênica traz em sua essência a facilitação nos tratamentos culturais da lavoura e ampliação dos ganhos no que diz respeito aos custos e produtividade, com a redução do número de pulverizações, eliminação do

mato-competição e a redução no teor de impureza e umidade dos grãos no momento da colheita (MENEGATTI e BARROS, 2007).

O Brasil é um país com grande potencial para o desenvolvimento da biotecnologia agrícola, sendo que o país possui uma ampla rede de pesquisa, que tem a liderança do poder público como por exemplo a atuação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa e algumas universidades, mas no caso das pesquisas genômicas diversas etapas foram realizadas em parceria com o setor de empresas privadas.

4.1.1 Impacto da Transgenia na Produtividade de Soja

De acordo com Roessing et al. (2005) a maior área de culturas transgênicas no mundo é a de soja, que na verdade são cultivares adaptadas às diferentes condições brasileiras, e possuem características semelhantes aquelas existentes nas cultivares convencionais, acrescidas da resistência ao herbicida glifosato, sendo que os maiores volumes relacionados com a oferta e a demanda mundiais de soja se concretizam com material geneticamente modificado. Basicamente, as características desejadas são: estabilidade de produção, produtividade, porte e ciclo adequados, resistências a doenças, nematoides e acamamento, boa qualidade de semente e teores adequados de óleo e proteína. Além dessas, existem características mais específicas, que são buscadas por meio do melhoramento genético, como resistência a insetos/pragas, tolerâncias a solos ácidos e a estresse hídrico. Quando analisado o fator produtividade leva-se em consideração, principalmente, a maior facilidade de manejo da cultura, o menor dispêndio em defensivos agrícolas. Diante disso, a tecnologia e o melhoramento genético representam caminho fundamental para permitir a manutenção da competitividade da soja nacional frente ao mercado internacional. Nessa linha de pensamento, o programa de biotecnologia da Embrapa Soja, por exemplo, busca a obtenção de materiais com várias características desejáveis, isso porque, a partir de reuniões técnicas realizadas nas principais regiões produtoras da oleaginosa, verificou-se que é grande o interesse de amplo número de agricultores brasileiros em adotar essa moderna tecnologia. Esse interesse deve-se, em muito, às possibilidades vislumbradas pelos produtores em obter duas importantes vantagens adicionais em relação à produção convencional: maior facilidade na condução do sistema

produtivo, especialmente no controle de plantas daninhas, e ganhos econômicos na produção

4.2 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Quando se fala em plantio direto, historicamente pode-se dizer que a cultura da soja foi responsável pela difusão do pacote tecnológico dito moderno para a agricultura brasileira na década de 70, também pode ser responsabilizada pela atual evolução da tecnologia de plantio e manejo de solo. A técnica do plantio direto consiste em plantar sem utilização das operações usuais de gradagem e aração, sobre os restos da cultura anterior, que fazem a cobertura do solo, evitando seu ressecamento e a evaporação de nutrientes (PAULA; FAVERET FILHO, 1998).

No Brasil, grande parte das áreas agrícolas sensíveis à erosão e são de rápida degradação sob as ações do vento, chuva e sol quando cultivadas no sistema convencional. Quando e cultivo acontece no sistema convencional, em que os solos exigem alta tecnologia para oferecem condições a múltiplas culturas, a base produtiva pode se degradar em poucos anos (ALVIM et al 2004).

Segundo Seixas (2001) *apud* Pereira Neto, Osvaldo et al (2007), o sistema de plantio direto é um sistema de produção agrícola caracterizado basicamente por técnicas agrícolas como a manutenção da palhada deixada pela cultura anterior, pela aplicação de rotação de culturas, pela alta taxa de mineralização da matéria orgânica, pelo favorecimento da atividade biológica no controle de pragas e plantas daninhas, e finalmente pela intensificação dos processos de agregação do solo. Por impor menor revolvimento do solo durante o manejo agrícola, este sistema impacta menos o meio ambiente, através da redução do uso de combustível fóssil, minimizando os processos erosivos decorrentes da desestruturação física.

De acordo com Salton et al. (1998); Plataforma Plantio Direto (2001); Freitas (2002) *apud* Machado et al. (2004), o sistema plantio direto representa a mais significativa alteração no manejo de solos da história moderna da agricultura, com o uso dessa técnica, é possível atender à crescente demanda em produzir alimentos com um mínimo risco de perda tolerável de solo por erosão. Essa forma de manejo conservacionista fundamentalmente envolve um conjunto de técnicas integradas que visam otimizar a expressão do potencial genético de produção das culturas com simultânea melhoria das condições ambientais (água-solo-clima). O sistema de plantio direto está fundamentado em três requisitos mínimos: revolvimento do solo

restrito ao sulco de plantio ou à cova, aumento da biodiversidade pela rotação de culturas, e a cobertura permanente do solo com culturas específicas para formação de palhada. Estes requisitos são associados, ainda, ao manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras.

4.2.1 Sistema de plantio direto e produtividade de soja

De acordo com Fidelis et al. (2003) alguns trabalhos desenvolvidos através de pesquisa, realizados em diferentes locais, indicam superioridade comparativa da tecnologia do sistema de plantio direto sobre outros sistemas de manejo de solo em relação a produtividade de soja. Os fatores que contribuem para o aumento da produtividade da soja nesse sistema de plantio direto estão relacionados a melhoria física, química e biológica do solo aspectos que influenciam o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Para tanto, inicialmente contata-se uma elevação nos custos de produção na fase de implantação, em longo prazo, os custos são absorvidos fazendo com que o plantio direto se torne mais econômico, e como passar do tempo a evolução e o pleno estabelecimento do sistema constata-se uma significativa redução dos custos. Resultados obtidos por agricultores da região dos campos Gerais (PR), evidenciam a redução de 15 a 25% do custo de produção por hectare para o sistema de plantio direto, a partir do quinto ano de sua implantação.

4.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO

De acordo com Plant, (2001) *apud* Machado et al. (2004), a agricultura de precisão é o manejo de lavouras agrícolas em uma escala espacial menor que aquela normalmente adotada para toda a lavoura. Para Embrapa (1997) *apud* Machado et al. (2004), a agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo de solo, insumos e plantas, tendo como base as variações espaciais e temporais de fatores que afetam a produtividade das culturas. Esse novo método de se praticar agricultura emprega tecnologias ligadas ao sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas (GIS) e o sistema de posicionamento global (GPS).

A tecnologia do gerenciamento por satélite (GPS) permite que, enquanto as máquinas realizam as operações de colheita, todos os dados sejam transmitidos por satélite, facilitando a análise de produção e produtividade de cada área. Nesse sistema, um aparelho, que transmite os dados para o satélite que os transfere para

um sistema de análise, é acoplado às máquinas. Este monitoramento permite identificar as necessidades de correção de cada metro quadrado de terreno, otimizando, assim, a aplicação de insumos nutrientes (PAULA; FAVERET FILHO, 1998).

De acordo com Deere (1999) *apud* Machado et al. (2004), a agricultura de precisão tem por meta o manejo dos diferentes fatores de produção, de modo georreferenciado, otimizando o uso de insumos, aumentando a renda e o benefício econômico dos agricultores e mantendo a qualidade do ambiente com a redução de impactos ambientais.

A agricultura de precisão, segundo Cambardella & Karlen (1999) *apud* Machado et al. (2004), contém três componentes primários, sendo eles: o sistema de posicionamento global (GPS) o qual tem a finalidade de fornecer a posição onde o equipamento está localizado, outro componente diz respeito à mecanismos para controle de aplicação de nutrientes, defensivos agrícolas, água ou outros insumos em tempo real, e finalmente o componente que fornece um banco de dados que traz informações necessárias para desenvolver as relações causa efeito e as respostas à aplicação de insumos a várias condições especificamente localizadas.

De acordo com Emmot (2004) *apud* Machado et al. (2004), as inovações tecnológicas têm surgido na agricultura de precisão para possibilitar novas formas de medição das diferentes variáveis, e numerosos equipamentos vêm sendo desenvolvidos para avaliar a extensão da variabilidade de determinada propriedade ou característica de solo ou da cultura que servirá como recurso para a gestão e avaliação do produtor no momento da tomada de decisão.

4.3.1 Efeito da Agricultura de Precisão na produtividade de soja

De acordo com Da Costa e Guilhoto (2015) os estudos relacionados aos impactos sobre a produção agrícola do uso de tecnologias e técnicas de agricultura de precisão ainda necessitam de revisão devido existir falta de convergência dos resultados obtidos quanto à variação no uso de insumos e na produtividade. Trabalhos realizados indicam que se o benefício de técnicas de agricultura de precisão ocorrer sobre a produtividade agrícola, isto acarreta benefícios sociais (aumento de emprego) e econômicos (aumento de renda) para a economia brasileira como um todo. Entretanto, no caso de o benefício ser apenas de redução do insumo

(fertilizantes), apesar de este causar aumento de lucro para o produtor rural, não contribui para o aumento da produção de soja propriamente dito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se estuda o caminho das trajetórias tecnológicas fica claro que intermitentemente a tecnologia e sua difusão trabalham em função de auxiliar a produção, especialmente no sentido de garantir melhores resultados no sistema produtivo. Para tanto, é necessário que a tecnologia não divirja das condições econômicas, para só assim viabilizar sua introdução.

Embora a lógica econômica prevaleça sobre a tecnológica, a inovação tecnológica tem sido fundamental na preservação do progresso econômico, que muitas vezes ocorre em função de adaptações incrementais em sistemas produtivos. As inovações incrementais buscam um melhoramento contínuo no processo produtivo, portanto pode-se dizer que a inovação tecnológica age de forma norteadora do desenvolvimento, constituindo trajetórias tecnológicas.

A tecnológica é um processo contínuo de adoção de inovações, e o conceito de inovação, não se traduz somente em mudança tecnológica, mas qualquer mudança que ocorra dentro do sistema econômico que seja capaz de promover vantagens e ganhos competitivos, pois o processo inovativo considera em sua essência o melhoramento do processo produtivo como um todo.

No que se refere à produção, o melhor método deve ser aquele considerado o mais vantajoso dentre os métodos que foram testados empiricamente e se tornaram conhecidos. Pois, o conhecimento e a experiência adquirida ao longo do tempo são direcionados à produção para alcançar maior vantagem. Ao acumular experiência, cada indivíduo contribui empiricamente para o processo produtivo, e em qualquer momento os indivíduos podem introduzir novos fatos técnicos no sistema produtivo, que ao passar do tempo serão cristalizados como prática pelo costume.

Ao analisarmos os impactos das inovações tecnológicas para o desenvolvimento, percebemos que isso acontece através da transformação da sociedade, e que se concretiza através da produção, seja produzindo coisas novas, ou produzindo as mesmas coisas por métodos diferentes. Pois são as inovações que mantem o desenvolvimento em funcionamento, seja através da introdução de novos

produtos, novas formas de organização ou novas fontes de matérias-primas e componentes.

Partindo dessas premissas, ao analisarmos os conceitos de inovações tecnológicas e sua importância para os sistemas agroindústrias, em específico o complexo soja, o qual foi o principal responsável pela introdução do conceito de agronegócio no Brasil, que nada mais é que um conjunto de atividades de um setor agrícola que se relacionam economicamente. Percebemos que isso ocorreu somente pela geração e oferta de tecnologias que viabilizaram o sistema produtivo de soja como um todo.

Atualmente o agronegócio é considerado um dos setores mais importantes para a economia, responsável por mais de um terço das exportações brasileiras, além de ser um setor de grande capacidade empregadora e de geração de renda, e impulsionar os demais setores da economia, sendo que os principais produtos são oriundos do complexo soja.

Como analisado no trabalho, o sistema produtivo de soja evoluiu em grande parte devido as inovações tecnológicas ocorridas ao longo do tempo influenciando o aumento de produção e a consolidação do segmento do agronegócio. Tais inovações impactaram diretamente nos fatores de produção.

No que se refere a inovações tecnológicas direcionadas para o setor agrícola que tiveram papel fundamental na consolidação do processo produtivo da cultura de soja e conseqüentemente a alavancagem do agronegócio brasileiro, destaca-se a biotecnologia que através da pesquisa atua principalmente no campo do melhoramento genético das sementes. Também é de muita relevância o pacote tecnológico conhecido como sistema de plantio direto, que é a técnica de manejo do solo que utiliza a palhada da cultura anterior como cobertura para o plantio seguinte. E finalmente a agricultura de precisão que atua no manejo das lavouras em escala espacial gerenciada por satélites que possibilita novas formas de medição das diferentes variáveis pertinentes ao plantio, ao uso mais eficiente de insumos e no momento da colheita. Desta forma, a inovação tecnologia e conseqüentemente o desenvolvimento do complexo soja brasileiro ultrapassaram os limites das lavouras e das porteiras das fazendas produtoras para influenciar de maneira relevante discussões sobre pesquisa tecnológica, agroindústrias, cadeias e sistemas produtivos e inúmeros outros assuntos.

6 REFERÊNCIAS

ASSIS, T.F. de; Gonçalves, D.N.S. **Análise de Indicadores de Ecoeficiência de Alternativas de Transporte para o escoamento da Soja do Estado de Mato.** XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10 Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de outubro de 2014.

ALVIM, Maria Isabel da Silva Azevedo et al . **Análise da competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na região do cerrado brasileiro.** Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília , v. 42, n. 2, p. 223-242, June 2004 Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032004000200003&lng=en&nrm=iso>. access on 25 Nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032004000200003>.

BRAGAGNOLO, Cassiano; BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. **Impactos Dinâmicos dos Fatores de Produção e da Produtividade sobre a Função de Produção Agrícola.** Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília , v. 53, n. 1, p. 31-50, mar. 2015 Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032015000100031&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 17 set. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005301002>.

DA COSTA, Cinthia Cabral; GUILHOTO, Joaquim José Martins. **IMPACTOS POTENCIAIS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA.** *Revista de Economia e Agronegócio-REA*, v. 10, n. 2, 2015.

DELIBERADOR, L.R.; MACHADO S.T.; DOS REIS, J. G. M. **Análise da Infraestrutura Logística de Mato Grosso do Sul Para o Escoamento de Sua Produção Agrícola.** XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10 Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de outubro de 2014.

FURTADO, A. Difusão Tecnológica: um debate superado?. In: PELAEZ, V.; SZMRECSZNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica.** São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.

GOUVEIA, Flávia. Indústria de alimentos: **No caminho da Inovação e de Novos Produtos.** Inovação Uniemp, Campinas, v. 2, n. 5, dic. 2006 . Disponible en <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942006000500020&lng=es&nrm=iso>. accedido en 23 sept. 2015

LA ROVERE, R. L. **Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas.** In: PELAEZ, V.; SZMRECSZNYI, T. *Economia da Inovação Tecnológica.* São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.

MACHADO, PLO de A. et al. **Estudo de caso em agricultura de precisão: manejo de lavoura de soja na região de campos gerais,** PR. MACHADO, PLO de A.;

BERNARDI, AC de C.; SILVA, CA (Ed.). Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto, p. 93-113.

MENEGATTI, Ana Laura Angeli; BARROS, Alexandre Lahóz Mendonça de. **Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul**. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 45, n. 1, p. 163-183, Mar. 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032007000100008&lng=en&nrm=iso>. access on 19 Sept. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032007000100008>.

PAULA, Sergio Roberto Lima de; FAVERET FILHO, Paulo de Sá Campello. **Panorama do complexo soja**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 8, p. 119-152, 1998.

PEREIRA NETO, Osvaldo C. et al. **Análise do tempo de consolidação do sistema de plantio direto**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 489-496, Oct. 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000500007&lng=en&nrm=iso>. access on 25 Nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000500007>.

ROESSING, Antonio C.; LAZZAROTTO, Joelsio J. Soja transgênica no Brasil: situação atual e perspectivas para os próximos anos. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, p. 578, 2005.

QUEIROZ, S. **Aprendizado Tecnológico**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSZNYI, T. Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.

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

SBICCA, A.; PELAEZ, V. **O que é um sistema de Inovação?**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSZNYI, T. Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.

SCHUMPETER, J. A., 1883-1950. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. / Joseph A. Schumpeter; introdução de Rubens Vaz da Costa; tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Os economistas)

SILVEIRA, José Maria Ferreira Jardim da; BORGES, Izaias de Carvalho; BUAINAIN, Antonio Márcio. **Biotechnology e agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação**. São Paulo Perspec., São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-114, June 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000200009&lng=en&nrm=iso>. access on 25 Nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392005000200009>.

SHIKIDA, P. F. A.; RISSARDI Jr., D. J. **A agroindústria canavieira do Paraná pós-desregulamentação**. Cascavel: Coluna do Saber, 2007 82p.

SZMRECSANYI, T. **A Herança Schumpeteriana**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSZNYI, T. Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.