

TECNOLOGIA NO SETOR AGRÍCOLA BRASILEIRO: UM OLHAR SOB A ÓTICA DA TEORIA EVOLUCIONÁRIA¹

Giovana Souza Freitas²

RESUMO

Um dos fatores de produção considerado primordial para garantir a competitividade do setor agrícola é a tecnologia. Busca-se, neste artigo, verificar se a tecnologia utilizada no setor agrícola brasileiro é compatível com a adotada no resto do mundo. Analisar-se-á também a política tecnológica existente no Brasil de forma a tentar verificar como o governo está incentivando a produção científica e tecnológica. Trata-se de um estudo qualitativo, que utiliza-se do referencial teórico da teoria evolucionária (considerando rotinas, o caráter *path dependence*, o acesso às políticas públicas e o aprendizado) para entender e explicar a realidade. Os resultados evidenciam que a situação dos produtores rurais com relação à adoção de tecnologias é bastante diversa entre os grandes e os pequenos produtores, o que altera as rotinas, o caráter *path dependence*, o acesso às políticas públicas e o aprendizado existente nas grandes e pequenas propriedades rurais. No entanto, graças às empresas multinacionais, o nível tecnológico utilizado pelo setor agrícola brasileiro é compatível com aquele utilizado pelo resto do mundo e a disseminação do nível tecnológico depende sobremaneira da política tecnológica e do acesso dos produtores rurais às políticas públicas.

Palavras-chave: Política tecnológica; setor agrícola; teoria evolucionária.

ReAT - FAT/UFPel

TECHNOLOGY IN THE BRAZILIAN AGRICULTURAL SECTOR: A LOOK FROM THE PERSPECTIVE OF EVOLUTIONARY THEORY

ABSTRACT

One of the factors of production considered primordial to guarantee the competitiveness of the agricultural sector is technology. Search, in this article, verify if the technology used in the Brazilian agricultural sector is compatible with the rest of the world adopted. Will analyze also the existing technology policy in Brazil in order to try to see how the government is encouraging scientific and technological production. This is a qualitative study, which uses the theoretical framework of evolutionary theory (considering routines, the character “path dependence”, access to public policies and learning) to justify and explain reality. The results show that the situation of farmers regarding the adoption of technologies is quite different between large and small producers, which change the routines, the character “path dependence”, the access to existing public policies and learning in large and small properties rural. However, thanks to the multinational companies, the level of technology used by the Brazilian agricultural sector is compatible with that used by the rest of

¹ Data da recepção: 04/10/2012. Data da aprovação: 15/04/2013. Data da publicação: 25/06/2013.

² Centro Universitário Ritter dos Reis – UNIRITTER. email: giovana.souza@terra.com.br

the world and the dissemination of technological level greatly depends on technology policy and farmers' access to public policies.

Keywords: Technology policy; agriculture sector; evolutionary theory.

ReAT - FAT/UFPel

1. Introdução

O setor agrícola é um dos mais significativos em termos de geração de riqueza para a economia brasileira. Desde os tempos mais remotos o homem já via a terra como um fator de produção que poderia ser explorado, mesmo que, para tanto, tivesse que realizar operações manuais e contasse com poucas técnicas.

No século XIX, o setor agrícola se consagrou como aquele que tinha a função maior de ser o gerador de alimentos para a humanidade que crescia vertiginosamente. Nesse período, o economista Thomas Malthus alertava para o perigo iminente de se ter um desequilíbrio populacional, uma vez que a produção agrícola era insuficiente para alimentar a população que crescia a taxas bastante elevadas. As preocupações de Malthus deixaram de existir com a implantação de técnicas e práticas de cultivo que proporcionaram intensos ganhos em produtividade, aumentando demasiadamente a quantidade produzida em uma mesma parcela de terra cultivada. Para tanto, foi preciso o homem conhecer e apropriar-se da tecnologia para impulsionar o setor agrícola.

Os avanços tecnológicos foram expressivos no setor agrícola a partir daquilo que se convencionou chamar de Revolução Verde³, ocorrida no Brasil na década de 1970. Com a Revolução Verde foi instituído um novo padrão agrícola, genético e motomecânico que proporcionou ganhos incrementais em produtividade nas lavouras. A partir de então, os produtores rurais tiveram a oportunidade de modernizar as suas propriedades adquirindo adubos, fertilizantes, inseticidas, herbicidas, sementes melhoradas, máquinas e equipamentos. Neste momento, a tecnologia era utilizada para que fosse possível produzir mais e melhor.

O Governo brasileiro entendeu que, com a adoção de tecnologia, o setor agrícola teria condições de produzir para o mercado externo, aumentando o volume de exportações brasileiras e, para tanto, concedeu crédito subsidiado aos produtores rurais que desejassem modernizar as suas propriedades.

Não obstante, aqueles que atendiam as exigências das instituições financeiras e, conseqüentemente, tiveram condições de acessar o crédito foram os médios e grandes produtores que produziam *commodities*, produtos que, ao serem exportados, contribuiriam para o equilíbrio da balança comercial brasileira e garantiriam a entrada de divisas na economia. Coube às pequenas propriedades rurais ficarem à margem deste processo, pois não tiveram acesso ao crédito, o que lhes impediu de adquirir os insumos tecnológicos.

A partir de então, o setor agrícola brasileiro se desenvolveu sobremaneira, tanto em volume produzido, quanto em variedades de produtos, geração de renda e volume de exportações, sendo hoje uma referência mundial por conseguir abastecer os grandes e exigentes mercados internacionais. A tecnologia foi o fator de produção que viabilizou este desenvolvimento.

A tecnologia como vetor do desenvolvimento foi tratada por Schumpeter, ao concluir que o desenvolvimento tem uma relação direta com a introdução de inovações. Para que haja desenvolvimento é necessário que ocorram inovações, sendo estes dois termos indissolúveis. Esta é a máxima que norteia até hoje o pensamento dos neoschumpeterianos ou evolucionários. Entendendo-se que a ocorrência de inovações implica na adoção de novas tecnologias, parece ser esta a responsável pelo desempenho do setor agrícola brasileiro.

Avaliar a tecnologia no setor agrícola implica na verificação do padrão tecnológico no setor industrial, pois estes se encontram intimamente relacionados tanto à montante quanto à jusante, uma vez que é o setor industrial que oferta tecnologia ao agrícola, bem como são as

³ A Revolução Verde veio instituir um novo paradigma tecnológico com o abandono das práticas manuais de cultivo, bem como da utilização de insumos oriundos da própria propriedade rural para a adoção em larga escala de insumos industriais na agricultura.

empresas agroindustriais que recebem os produtos oriundos do setor agrícola para industrializá-los.

Sendo assim e considerando-se que o setor agrícola é referência mundial, analisar-se-á, com base no referencial teórico da teoria evolucionária, o nível tecnológico utilizado neste setor, de forma a tentar verificar se a tecnologia utilizada é compatível com a adotada pelo resto do mundo. Analisar-se-á também a política tecnológica existente no Brasil de forma a tentar verificar como o governo está incentivando a produção científica e a inovação tecnológica.

Este é um estudo qualitativo, que utiliza-se do referencial teórico da teoria evolucionária (considerando rotinas, o caráter *path dependence*, o acesso às políticas públicas e o aprendizado) para entender e explicar a realidade. De acordo com a teoria evolucionária, a tecnologia é uma das variáveis mais relevantes dentro dos sistemas produtivos, pois contribui para a evolução e co-evolução dos mesmos.

2. A inovação tecnológica como condição para a evolução e a co-evolução

Inicialmente, entendia-se por inovação quaisquer ‘novas combinações produtivas’ que surgissem. Este conceito veio a ser fortemente questionado por Schumpeter, pois, segundo ele, mostrava-se muito abrangente, uma vez que toda a mudança poderia caracterizar uma inovação. Então, passou-se a compreender por inovação a introdução de algo novo para a economia, sob a forma de uma nova tecnologia ou de uma nova maneira de organizar uma empresa. Para Viotti (2000), a inovação é o motor do desenvolvimento capitalista. Geralmente, processos de mudança técnica gerados pelas inovações ocorrem nos países industrializados. Estes processos são usualmente limitados para a absorção e melhoramento das inovações produzidas nas economias industrializadas.

Daí depreende-se que toda a inovação acarreta mudança para as empresas ou para os agentes organizacionais que a adotarem, bem como para aqueles que estiverem inseridos no ambiente em que a inovação for implantada. Ao discorrerem sobre mudança tecnológica e econômica, Dosi e Nelson (1994) admitem que a mudança é uma constante, uma vez que a tecnologia evolui e o que determina se uma solução em termos tecnológicos é melhor que outra fica a critério do consenso da comunidade de pesquisadores que estão cooperativamente envolvidos em prol do progresso técnico.

A idéia de evolução no campo tecnológico é vista por estes autores como uma característica organizacional e comportamental das firmas e que pode ser explicada pelo conceito de rotinas.⁴⁵ estão intimamente ligadas com as capacitações, competências e vantagens competitivas das organizações. A criação de novas rotinas é pré-requisito para a evolução e o progresso econômico.

Sendo assim, ou as organizações costumam estar constantemente atentas a novas necessidades e/ou possibilidades de realizarem uma inovação tecnológica ou podem não apresentar esta característica, o que vai ser definido pelas ações do dia-a-dia das organizações, de forma espontânea a ponto de virarem rotina.

As rotinas organizacionais também são fundamentais para Nelson (1996) ao se questionar sobre o porquê que as organizações diferem umas das outras. Este autor salienta a importância da inovação tecnológica e propõe que as organizações com bons desempenhos podem ser entendidas em termos de uma hierarquia de rotinas organizacionais praticadas que definem um nível inferior de habilidades organizacionais e como são coordenadas. As rotinas

⁴ As rotinas representam a memória organizacional da firma. Podem ser definidas como um padrão de comportamento – ação – atividade, repetitivamente seguida pelos agentes ou organizações, sujeito a mudanças, por exemplo, se as condições do ambiente mudarem.

⁵ A distinção entre os diferentes tipos de rotinas é apresentada por Nelson e Winter (1982).

praticadas dentro de uma organização definem um conjunto de ações que ela é capaz de fazer com segurança a ponto de tornarem-se aptidões organizacionais essenciais. Nos ramos em que a inovação tecnológica é importante, uma empresa necessita de um conjunto de aptidões essenciais em P&D.

À medida que as inovações são criadas e implantadas pelas empresas, vai ocorrendo um processo de aprendizagem contínuo. O fruto deste aprendizado que ocorre em torno de rotinas (processos) são as competências organizacionais.

A evolução ocorre conforme as inovações vão acontecendo e o processo de aprendizagem das organizações vai se consolidando e gerando novas competências. Os autores Dosi, Teece e Winter (1992) consideram a aprendizagem um dos elementos mais importantes frisados pela teoria evolucionária. Para eles, aprendizagem é um processo pelo qual a repetição e a experimentação possibilitam que tarefas possam ser melhor realizadas ou realizadas mais rapidamente e, com isso, novas oportunidades de produção possam ser identificadas.

O processo de aprendizagem é elemento bastante salientado pelos autores que se dedicam à análise dos Sistemas Nacionais de Inovação dentro do enfoque da economia neoschumpeteriana. Para Cassiolato e Szapiro (2002), o desenvolvimento tecnológico tem levado a uma ênfase significativa no caráter localizado do processo inovativo associado a processos de aprendizagem específicos e na importância do conhecimento tácito⁶ em tal processo.

A idéia destes autores é de que o conhecimento tecnológico é gerado através de um aprendizado fundamentalmente interativo, geralmente tomando a forma de capacitações distribuídas entre os diferentes tipos de agentes econômicos que devem interagir, de alguma maneira, para que o mesmo possa ser utilizado. Enquanto a dinâmica evolutiva pressupõe a emergência de algo novo que se faz condição para que ocorra evolução, a teoria evolucionária traz consigo, também, uma dinâmica co-evolucionária que firma-se em variáveis que se inter-relacionam e interagem, causando evolução econômica a ponto de gerar uma dinâmica co-evolucionária. São elas: tecnologia, formas de organização e instituições.

3. A inovação tecnológica no setor agrícola

Considerando o que foi acima preconizado pela teoria evolucionária numa dinâmica de evolução e co-evolução do processo de inovação tecnológica, pretende-se avaliar, nesta lógica, o que acontece especificamente ao setor agrícola. Para tanto, é necessário fazer um recorte analítico entre dois tipos diferentes de agentes que compõem o setor: 1) as empresas privadas e públicas que ofertam tecnologia para o setor e 2) os produtores rurais que adotam a tecnologia ofertada. O comportamento destes dois agentes é que contribui para que se entenda o nível tecnológico existente no setor agrícola.

3.1 As empresas privadas e públicas que ofertam tecnologia

A mudança no paradigma tecnológico ocorrida com a Revolução Verde é o marco inicial a partir do qual se começa a perceber a tecnologia como variável relevante no setor agrícola e a inovação como necessária para as empresas que, a partir de então, começaram a perceber a existência de um grande mercado consumidor (produtores que adotam tecnologia nas suas propriedades rurais) e a necessidade de atender este mercado.

⁶ As inovações permitem a geração de conhecimento tácito (importante para a empresa, pois difícil de ser transferido) e conhecimento codificado (facilmente transferível).

A partir de então (década de 1970) até os dias atuais, a produção e desenvolvimento de tecnologia oriunda de empresas privadas para o setor agrícola brasileiro não difere muito do que ocorre em outros setores econômicos no sentido de que pouco é produzido internamente, mas ofertado pelas empresas multinacionais (EMNs). Sendo assim, somos importadores de tecnologia produzida por grandes empresas e que possuem abrangência em vários lugares do mundo.

Ainda hoje, uma parcela expressiva da literatura interpreta a descentralização tecnológica como se fosse geograficamente limitada às nações industrializadas. Além disso, quando comparada com a da produção, a internacionalização da P&D é vista como se fosse circunscrita a poucos países e indústrias, geralmente nos setores intensivos em P&D.

No entanto, a diversificação tecnológica passou a ser uma importante característica das EMNs à medida que as subsidiárias passaram a assumir papéis específicos nas funções de P&D, seja na continuada ênfase ao processo local de inovação, seja na contribuição ao desenvolvimento de um capital organizacional que permite que suas corporações integrem as atividades tecnológicas de diferentes unidades.

No âmbito do setor público, a década de 1970 também é um marco, pois pouco fora investido pelo governo brasileiro em P&D até então. No entanto, em 1973, com a criação da EMBRAPA a pesquisa ganhou em profissionalismo e coordenação. Desde então, a EMBRAPA é a principal responsável pela realização de P&D para o setor agrícola. Recebe do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento cerca de 20% de todo o recurso federal aplicado em P&D. Adicionado ao seu orçamento anual, a empresa ainda recebe recursos provenientes dos Fundos Setoriais e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Com este orçamento, a empresa é responsável por quase 10% do investimento total nacional em P&D (Dias, 2002).

O processo inovativo de criação e desenvolvimento de novos produtos ainda é incipiente na grande maioria das empresas brasileiras e, neste sentido, a EMBRAPA se destaca por contrastar-se da maioria, pois é considerada uma das ilhas de competência que, juntamente com outras poucas empresas, faz muito investimento e muita pesquisa, gerando resultados expressivos.

Em virtude desta caracterização, verifica-se que a dinâmica de evolução vai ocorrendo conforme vão se desenvolvendo novas pesquisas e originando novos produtos para garantir melhor performance ao setor agrícola, graças ao trabalho destas empresas que vão incorporando ações sempre voltadas ao processo inovativo na rotina organizacional, utilizando-se da aprendizagem para criarem novas competências. É o somatório das competências, aprendizagem e rotinas das organizações produtoras de P&D que explica o nível tecnológico ofertado pelas empresas ao setor agrícola.

Além disso, outro elemento fundamental neste processo são as instituições existentes tanto no país de origem da EMN quanto, e principalmente, naquele onde a tecnologia será difundida. As instituições devem ser eficientes para reduzir custos de transação e de produção e contribuem para criar uma dinâmica co-evolucionária. A adoção de uma tecnologia implica na existência de um ambiente institucional que a aceite e a regule.

Desta forma, a legislação brasileira tem de se adequar às inovações oriundas das EMNs que são, em grande parte, produzidas nos seus países de origem ou em países em que têm maior representatividade e, posteriormente, são ofertadas ao mercado brasileiro. Para tanto, o Ministério da Ciência e Tecnologia tem trabalhado a fim de criar a base institucional (instituições *sector specific*) necessária à difusão e uso de novas tecnologias na agricultura.

Um dos aspectos inibidores do desenvolvimento se evidencia na ausência do processo de aprendizagem nos casos em que as empresas não produzem tecnologia internamente, quando elas apenas ofertam o que já foi produzido em outros países. Sendo assim, o

conhecimento tecnológico não é disseminado, não permite aprendizado (acúmulo de capacidades tecnológicas e institucionais) e, conseqüentemente, não gera novas competências para as empresas, fazendo com que as empresas brasileiras continuem importando tecnologia de forma cada vez mais intensiva.

A definição de uma estratégia de desenvolvimento para o país passa pela identificação de carências ou lacunas em termos de estrutura institucional que poderá ser em termos de infra-estrutura, social, tecnológica e econômica. No momento em que houver uma forte interligação entre a forma de organização empresarial em busca do aprimoramento tecnológico e uma forte base institucional estimulando a adoção de novas tecnologias estarão firmadas as condições para ocorrer a dinâmica co-evolutiva.

3.2 Os produtores rurais que adotam a tecnologia ofertada

Para os produtores, a tecnologia passou a ser sinônimo de produtividade e é o que garante a rentabilidade de grande parte dos negócios agrícolas. Aqueles que não investem em tecnologia, não otimizam os fatores de produção (principalmente terra e trabalho), o que gera ineficiência ao negócio.

Com vistas a aumentar a produtividade dos fatores tradicionais de produção vários autores sugerem a introdução de modificações tecnológicas, possíveis a partir da adoção de inovações para tornar o processo produtivo mais eficiente. A interação das modificações sobre os fatores tradicionais aumentaria a eficiência através de uma produtividade marginal mais alta (variação do Produto Total/ variação de x – que é o insumo variável), permitindo crescimento da produtividade dos fatores tradicionais. Assim, ocorre a substituição de fatores de produção com oferta menos elástica por outros de oferta mais elástica como, por exemplo, máquinas e equipamentos substituindo força de trabalho.

A decisão de incorporar novas tecnologias com utilização de fatores adicionais é impedida, muitas vezes, pela baixa disponibilidade, bem como por apresentar custos crescentes, além de desconhecimento quanto à correta combinação no uso de fatores tradicionais, levando à morosidade no processo de desenvolvimento agrícola. Isto ocorre tanto com aqueles produtores rurais que produzem em grande escala, quanto com os pequenos produtores, sendo que para estes a incorporação é ainda mais difícil, pois normalmente o nível tecnológico existente na propriedade rural é ainda menor devido à falta de capitalização do produtor (que lhe impede de adquirir a nova tecnologia) e também à falta de capacitação (conhecimento para utilização da nova tecnologia).

A agricultura de grande escala dedica-se especialmente à produção de *commodities* para abastecer o mercado externo que se mostra bastante exigente em termos de preço e qualidade dos produtos. Souza (2005) que analisou os efeitos das inovações tecnológicas no caso dos produtos agrícolas produzidos para exportação, salienta que o preço é dado pelas condições do mercado internacional, com demanda infinitamente elástica, toda a inovação tecnológica aumenta as quantidades ofertadas sem reduzir o preço. Neste caso, o efeito sobre a receita do produtor será máximo. Segundo o autor, este é o caso da soja cuja colheita brasileira ocorre na entressafra nos Estados Unidos (maior produtor mundial), o que explica a tendência de se utilizarem insumos modernos na produção de soja.

Dessa forma, parece que, pela lógica da racionalidade, a tecnologia deveria ser amplamente utilizada pelos produtores, o que nem sempre ocorre em função do impacto que representa no preço das lavouras. Quanto maior o investimento tecnológico, maior o custo de produção que o produtor incorrerá. Isto faz com que o produtor analise o nível de preços do mercado antes de adquirir tecnologia.

Além disso, existem aqueles com perfil mais inovador e outros menos inovadores, isto é, aqueles que adotam e os que resistem à adoção de novas tecnologias. Isto faz com que se criem rotinas diferentes conforme o perfil do produtor. As rotinas são mecanismos de coordenação e controle das atividades executadas pelos produtores e imprimem maior racionalidade ao processo de aprendizado, seja ele, tecnológico, organizacional ou produtivo (Dosi e Malerba, 1991).

O produtor rural vai, com o desenvolvimento de suas atividades, criando rotinas dentro da sua propriedade e esta irá formando-se conforme a visão de negócio do produtor, a forma como realiza as atividades diárias, o tipo de gestão empreendida e também o padrão existente na região (ou em propriedades vizinhas). São estes fatores que caracterizam um produtor mais ou menos inovador.

As rotinas devem contribuir para reduzir a incerteza (uma vez que imprimem maior racionalidade e estabilidade ao processo de tomada de decisões dos agentes) e economizar recursos cognitivos (necessidade de menos informações e/ou menos tempo gasto no seu processamento; maior aproveitamento do conhecimento já acumulado). Se conseguirem cumprir este papel, contribuirão para a evolução e o conseqüente progresso econômico.

O aprimoramento tecnológico pode gerar uma nova rotina na propriedade rural, o que contribui para a evolução. A implantação da nova tecnologia considerará o caráter path dependent⁷ dos produtores rurais. Por isso, o feedback das decisões tomadas no passado e seus efeitos devem ser considerados e servem de base para o processo de aprendizado.

Sendo assim, a evolução ocorre mais facilmente nas propriedades rurais que produzem em grande escala, pois nestas o nível tecnológico é considerado alto (os produtores rurais adotam mais facilmente uma nova tecnologia por terem mais acesso à informação, contarem, muitas vezes, com assistência técnica especializada e serem mais capitalizados). Não obstante, nas pequenas propriedades rurais o nível tecnológico varia muito conforme a região em que está situada, o tipo de cultura produzida, o nível de qualificação do produtor rural, o acesso à informação e à capitalização existente.

Independentemente do tamanho de propriedade rural e do tipo de cultura que produz, o aprimoramento tecnológico no setor agrícola brasileiro é dependente de incentivos e financiamentos por parte das empresas que ofertam tecnologia e, principalmente, do governo através de apoio financeiro, linhas de crédito e subsídios. O histórico da agricultura brasileira evidencia que a modernização se dá através da atuação e/ou intervenção do governo⁸. Daí a importância de uma política tecnológica bem definida e apropriada para servir de propulsora ao desenvolvimento do setor agrícola.

4. A política tecnológica no Brasil

A época de maior crescimento econômico do Brasil se deu nos anos 1960 e 70 com um Estado forte e uma política desenvolvimentista. Neste período, a indústria cresceu e se desenvolveu e a agricultura atingiu índices recordes de produtividade. Isto foi possível graças ao papel do Estado que definiu uma estratégia de desenvolvimento baseada no fortalecimento dos setores produtivos e, para tanto, foi financiador e prestador em última instância.

Os anos de 1990 trouxeram consigo uma série de mudanças, dentre as quais a diminuição do tamanho do Estado e, conseqüentemente, a condução da economia pelas regras do mercado. Além disso, este período foi marcado pela abertura dos mercados financeiros, a

⁷ O caráter path dependent dos processos de evolução econômica são caracterizados pela irreversibilidade e pela experiência prévia dos agentes.

⁸ A modernização da agricultura, a formação dos complexos agroindustriais e a intervenção governamental é evidenciada em SILVA, José Graziano. A nova dinâmica da agricultura brasileira. São Paulo: IEE/Unicamp, 1996. 217p.

formação dos blocos econômicos regionais e o arrefecimento da globalização, o que aumentou a concorrência e exigiu das empresas maiores níveis de competitividade. Para isso, tornou-se necessária a definição de uma política tecnológica capaz de contribuir para tornar o setor produtivo mais competitivo internacionalmente.

Independentemente de um Estado mais ou menos intervencionista, é função do governo o fomento ao setor produtivo para que este adquira condições de desenvolvimento. Então, cabe ao Estado conceder auxílio às empresas, às universidades e aos institutos de pesquisa para que possam trabalhar intensivamente em prol da descoberta de inovações científicas e tecnológicas. Esta é a idéia defendida por Dagnino e Dias (2007) que analisam a política de ciência e tecnologia (C&T) brasileira e, segundo eles, o setor público exerce um papel fundamental, pois muito mais que atraídas por um ambiente inovativo favorável, as empresas parecem ser atraídas pelos incentivos governamentais.

A atuação do Estado na formulação e implementação de políticas públicas e de incentivo à inovação se dá via Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Este ministério é o responsável pela Política Nacional de Ciência e Tecnologia, Políticas Setoriais (dentre as quais destaca-se o Fundo Setorial de Agronegócio) e a Política Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento, Produção e Aplicação de Novos Materiais e Serviços de Alta Tecnologia.

O Fundo Setorial do Agronegócio busca estimular a capacitação científica e tecnológica nas áreas da agronomia, veterinária, biotecnologia, economia e sociologia agrícola, promover a atualização tecnológica da indústria agropecuária, com introdução de novas variedades a fim de reduzir doenças do rebanho e aumentar a competitividade do setor, estimular a ampliação de investimentos na área de biotecnologia agrícola tropical e de novas tecnologias (MCTI, 2006).

Para executar as políticas elaboradas pelo ministério existe, nas diferentes regiões brasileiras, uma série de Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs)⁹ que são estimuladas pelo MCTI a desenvolverem pesquisa que vise à inovação. A criação de Núcleos de Inovação Tecnológica dentro das ICTs estão previstos na Lei de Inovação nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004. Estas devem, ao final de cada ano, encaminhar ao MCTI as informações sobre o trabalho realizado, bem como os resultados obtidos, o que serviu de base para analisar a política tecnológica, o que é feito a seguir.

4.1 A política tecnológica em números: quantidade de patentes requeridas e concedidas e taxa de inovação das empresas

Das informações enviadas ao MCTI relativas ao trabalho realizado pelas ICTs em 2011, destaca-se o número de proteções requeridas e concedidas no Brasil e no exterior, o que é mostrado na tabela a seguir:

Tabela 1 - Número de proteções requeridas e concedidas no Brasil e exterior

Proteções	Brasil	%	Exterior	%	Brasil/Exterior	%
Requeridas	1.463	91,7	127	8	5	0,3
Concedidas	189	90,9	17	8,2	2	1

Fonte: FORMICT/MCTI (2011)

Em 2011, foram requeridas pelas ICTs 1.595 proteções e concedidas 208, no Brasil e no exterior. A diferença entre o número de proteções requeridas e concedidas no Brasil demonstra a demora na concessão de proteções por parte do Instituto Nacional de Propriedade

⁹ As informações quanto às Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) estão no Relatório de Informações FORMICT/ 2011, disponível no site www.mcti.gov.br

Intelectual (INPI). O tempo de demora é considerado um fator desestimulador para quem requer uma proteção.

Dentre os setores econômicos que tiveram maior índice de aplicação por este tipo de proteção destaca-se as atividades da agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aqüicultura que representaram 6,8% do total, com 109 pedidos.

Analisando a taxa de inovação das empresas brasileiras, verifica-se que a mesma é maior nas empresas com mais de 500 funcionários, sendo que entre os anos de 2001 e 2003 foi da ordem de 72,5%, enquanto que nas empresas que possuem entre 50 e 99 funcionários esta taxa cai para 34,9% e nas que possuem entre 10 e 29 funcionários, a mesma é de 30,4%. Ou seja, a taxa de inovação é maior quanto maior a empresa, evidenciando que as grandes empresas são as que mais inovam (IBGE, 2003).

Dentre as atividades industriais com maior taxa de inovação, destacam-se a fabricação de caminhões e ônibus (72,5%); fabricação de máquinas para escritório e máquinas e equipamentos de informática (71,2%); fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos (69,2%); fabricação de defensivos agrícolas (66,9%) e fabricação de tratores e máquinas e equipamentos para a agropecuária (60,5%), o que demonstra que o setor agrícola é visto como um grande mercado consumidor pelas empresas e, para atender este mercado, essas estão trabalhando para ofertar novas tecnologias (IBGE,2003).

A política tecnológica no Brasil e seus números foram analisados por Dagnino e Dias (2007) que apontaram algumas inconsistências. Segundo eles, o aumento quantitativo da pesquisa científica não gera desenvolvimento tecnológico, pois no Brasil se produz um número de artigos científicos assimétricos em relação à tecnologia produzida; acadêmicos produzem artigos, enquanto que a produção de patentes é de responsabilidade da pesquisa privada; a empresa privada nacional não demanda os resultados obtidos pela pesquisa universitária; a mão-de-obra de mestres e doutores não é demandada pelas empresas privadas nacionais; as empresas nacionais inovadoras não vêm na P&D uma estratégia inovativa importante e, por fim, as empresas nacionais de alta tecnologia não têm participação significativa no valor da produção industrial.

Para superar estas inconsistências os autores consideram importante a proposição de mudanças nas políticas de infra-estrutura, sociais, educacionais, de pesquisa, tecnológico-produtivas e econômicas que permitam a efetiva aplicação do conhecimento, produzido desigualmente nas diferentes regiões do País.

Conforme estudo feito por Diniz (2001) o Brasil deveria ter uma política tecnológica regionalizada. Para este autor, o processo de inovação tem sua importância ampliada como instrumento de desenvolvimento, em geral e regional, em particular. E dadas às grandes desigualdades regionais e sociais e o atual estágio de desenvolvimento brasileiro, não é possível pensar em desenvolvimento tecnológico sem a forte presença do Estado. Este deve, por um lado, estabelecer a governança e a definição dos objetivos e das diretrizes gerais e assegurar o financiamento básico e, por outro, deve articular os interesses regionais e sociais internos.

Este autor elenca os dois maiores desafios contemporâneos da política tecnológica brasileira: 1) adequação das universidades e empresas à realidade da sociedade do conhecimento e 2) a compreensão da C&T como elementos estratégicos para o desenvolvimento nacional.

5. Afinal, o setor agrícola brasileiro é evoluído tecnologicamente? As condições em que isto se dá.

Com base nos dados acima apresentados, depreende-se que a inovação tecnológica ainda é pequena, apesar do trabalho das ICTs e do apoio das políticas de financiamento do

Estado. O setor industrial produz tecnologia para o agrícola e este é caracterizado por mega e grandes corporações multinacionais que possuem um ambiente inovativo favorável e trabalham constantemente em prol da inovação. Existem pesquisas que afirmam que subsidiárias brasileiras de algumas empresas estrangeiras estão envolvidas no desenvolvimento de alguns nichos de produtos globais. No entanto, não é comum encontrar na literatura estudos que mostrem quantitativamente o resultado dessa participação (Galina, 2005).

Sendo assim, se desconsiderarmos a participação das EMNs no Brasil no que tange ao processo inovativo, verificar-se-á que o mesmo ainda é pífio e evolui lentamente. É de se considerar a evidência de dois processos de catch-up na indústria brasileira ao longo da história (o primeiro veio com a moderna estrutura industrial, cuja montagem foi concluída na década de 80, gerando um incremento significativo em processos e produtos e, o segundo, com a renovação/modernização da cesta de produtos ofertados, e a absorção massiva de melhorias organizacionais e tecnológicas, no curso dos anos 1990). No entanto, foram processos isolados que não promoveram uma dinâmica de evolução ao longo do tempo.

Conforme Perez e Soete (1988) o desenvolvimento não se dá sobre o sucesso de um produto individualmente, mas sobre a capacidade para estabelecer um sistema tecnológico inter-relacionado que gere sinergias para auto-sustentar processos de crescimento. Uma das explicações pelas quais o Brasil não evolui tecnologicamente pode ser encontrada nestes autores quando mencionam que cada novo produto criado utiliza o conhecimento e a experiência do seu antecessor. Para isto, os agentes devem se valer do processo de aprendizagem, no entanto, este é considerado incipiente, já que poucas empresas conseguem evoluir a ponto de criar um ambiente inovativo que, quando existente, está associado a processos de aprendizagem muito específicos.

Isto pode ser justificado pelo processo de desnacionalização e internacionalização da economia brasileira a partir da década de 90, pois neste período houve um aumento considerável de participação das EMNs na economia. É preciso considerar, todavia, a incidência de um efeito duplo e contrário sobre a dependência brasileira das fontes externas de tecnologia: a) a possibilidade de descontinuidade de atividades tecnológicas que antes eram empreendidas por empresas nacionais; ou b) a possibilidade de subsidiárias locais ganharem espaço em atividades de maior conteúdo tecnológico — até mesmo com o auxílio do Estado, por meio de políticas públicas de curto e longo prazo (Gomes e Strachman, 2005).

Além disso, um outro problema evidenciado é salientado por Perez e Soete (2001) quando analisa o ciclo de vida dos produtos e a expansão geográfica das tecnologias. Conforme mostra esta autora, as tecnologias tendem a fazer uso mais intensivo de mão-de-obra com alto conhecimento e qualificação durante suas fases iniciais. É também nesta fase que há possibilidade de geração de conhecimento tácito. Quando se aproximam da maturidade, já estão utilizando processos altamente padronizados, mecanizados e automatizados, os quais começam a economizar mão-de-obra.

Verifica-se que a tecnologia quando está sendo desenvolvida e encontra-se em fase inicial, fica restrita aos países desenvolvidos e, quando atinge a maturidade, é repassada aos países menos desenvolvidos que a importam. Esta é a situação dos países em desenvolvimento, dentre os quais o Brasil que importa tecnologias em estágio de maturidade que só possibilitam a geração de conhecimento codificado e, então, não permitem saltos de desenvolvimento.

Mesmo diante deste contexto geral apresentado, em que se apontam as inconsistências na forma como os países em desenvolvimento têm acesso e utilizam a tecnologia, ao se analisar a realidade do setor agrícola especificamente, considera-se que o mesmo é evoluído tecnologicamente (verificou-se que dos setores que possuem maior taxa de inovação, dois são ligados ao setor agrícola, além de que o Brasil é o 5º entre os 10 países em desenvolvimento

que mais investem em P&D), mas isso ocorre graças à tecnologia disponibilizada pelas EMNs. Os produtores rurais têm acesso a um padrão tecnológico comparável aos utilizados por países desenvolvidos, mas como é gerada nestes, caracteriza-se por ser:

- poupador de mão-de-obra e
- não permitir a geração de conhecimento tácito.

Não obstante, níveis tecnológicos superiores são utilizados pelos médios e grandes produtores, geralmente os mais capitalizados. Tem-se, assim, uma realidade desigual em que a maioria não consegue acessar a tecnologia disponível. As políticas públicas que incentivam os pequenos produtores rurais a adquirirem novas tecnologias (mais especificamente máquinas e equipamentos) vêm, nos últimos anos, aumentando suas participações em termos de volume de recursos oferecidos e tem procurado se descentralizar para contemplar os pequenos produtores (Radiciono e Esteves, 2008).

A situação do setor agrícola quanto às diferentes variáveis relevantes para justificar a existência de evolução tecnológica entre grandes e pequenos produtores rurais, é mostrada na tabela abaixo:

Tabela 2 – Nível tecnológico e variáveis determinantes da evolução tecnológica em grandes e pequenos produtores rurais

	Nível tecnológico	Rotinas	Path dependence	Acesso a políticas públicas	Aprendizado
Grandes produtores rurais	Alto	Formam-se conforme a visão de negócio do produtor, a forma como realiza as atividades diárias, o tipo de gestão empreendida e o padrão existente nas propriedades vizinhas.	Maior, uma vez que geralmente os grandes produtores já estão na atividade há mais tempo e muitas vezes já evoluíram de pequenos a grandes.	Fácil	Alto, pois está em consonância com o nível tecnológico.
Pequenos produtores rurais	Varia conforme a região, tipo de cultura, nível de qualificação do produtor, acesso à informação e a capitalização.	Formam-se conforme a visão de negócio do produtor, a forma como realiza as atividades diárias, o tipo de gestão empreendida e o padrão existente nas propriedades vizinhas.	Menor, dependendo da experiência do produtor no desenvolvimento da atividade produtiva.	Varia conforme o acesso à informação e o nível de capitalização do produtor, em função das exigências das instituições financeiras.	Varia conforme o nível tecnológico existente.

Fonte: elaborado pela autora

Verifica-se que a situação dos produtores rurais com relação à tecnologia é bastante diversa entre os grandes e os pequenos produtores. As diferenças no nível tecnológico alteram também as rotinas, o caráter path dependence, o acesso às políticas públicas e o aprendizado que se evidenciarão nas grandes e pequenas propriedades.

6. Considerações finais

Este artigo procurou avaliar o nível tecnológico existente no setor agrícola brasileiro, considerando que a tecnologia é condição essencial para o desenvolvimento e que a adoção desta deve ser feita sem considerar o ponto de equilíbrio entre oferta e demanda (os produtores rurais consideram apenas o custo), a racionalidade limitada (maximizadora), levando em conta apenas os mecanismos de busca e seleção para escolha da inovação a ser introduzida, o que é preconizado pela teoria evolucionária.

No entanto, a teoria evolucionária, bem como os marcos analítico-conceituais conhecidos por Economia da Inovação, Teoria da Inovação, Estudos sobre Sistemas Nacionais de Inovação são desenvolvidos em países de capitalismo avançado e, quando aplicados a países em desenvolvimento, como o Brasil, parecem pouco adequados pela ênfase concedida no estímulo à inovação na empresa privada, realidade pouca aplicada aos países de desenvolvimento-social periféricos. Daí tem-se uma das limitações deste estudo.

Ainda assim, considera-se que neste estudo foram analisadas algumas das principais variáveis salientadas pela teoria evolucionária e verificado como as mesmas se comportam no setor agrícola brasileiro. Estudos futuros podem contribuir se apontarem maneiras de aplicar este referencial teórico nas economias periféricas ou em desenvolvimento.

Com base no que foi apontado, considera-se que o bom desempenho do setor agrícola é dependente da tecnologia ofertada e utilizada, no caso dos grandes produtores rurais, que dedicam-se à produção de *commodities* para exportação, pois sendo a tecnologia poupadora de mão-de-obra, reduz o custo com contratação de pessoal e possibilita ao produtor utilizar mais intensivamente a terra, ou seja, a tecnologia vem reduzir substancialmente o custo de produção, aumentando a rentabilidade do negócio.

No caso dos pequenos produtores rurais, cujas propriedades são mais diversificadas e produzem para abastecer o mercado interno, a tecnologia não é fator determinante do bom desempenho do negócio, pois nestas a contratação de pessoal é menor ou inexistente graças à utilização de mão-de-obra familiar. Não obstante, como a terra é fator de produção escasso no caso das pequenas propriedades, a tecnologia representa vantagens pela possibilidade de utilização mais intensiva desta.

A aquisição de novas tecnologias se dá pelo acesso às políticas públicas. Quanto maior o acesso, maior será o nível tecnológico utilizado pelos produtores, pois quase a totalidade das tecnologias adquiridas tanto pelos grandes quanto pelos pequenos produtores são financiadas e intermediadas pelas instituições financeiras. Neste aspecto, a política tecnológica está intimamente relacionada com a política agrícola, pois é nesta que se estabelecem as condições que possibilitam descentralizar o acesso à tecnologia.

Salienta-se que, graças às EMNs, o nível tecnológico utilizado pelo setor agrícola brasileiro é compatível com aquele utilizado pelo resto do mundo, apesar de que, muitas vezes, quando a tecnologia é disponibilizada aqui e considerada uma inovação, esta já está amplamente difundida nos países desenvolvidos. Cabe aos formuladores de políticas públicas promoverem a descentralização das políticas, a ponto de tornar menor a diferença entre o nível tecnológico adotado pelos grandes e aquele a que o pequeno produtor tem acesso.

Referências bibliográficas

ALVES, E. Difusão de tecnologia – uma visão neoclássica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia. Brasília**, v. 15, n. 2, mai./ago., p.27-33, 1998.

CASSIOLATO, J. E.; SZAPIRO, M. **Arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais no Brasil**. IE/UFRJ, (relatório de pesquisa), 2002.

DAGNINO, R.; DIAS, R. A política de C&T brasileira: três alternativas de explicação e orientação. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 6, n.2, jul./dez., 2007.

DIAS, José Manuel Cabral de Souza. **Cenários do ambiente de atuação das organizações públicas de pesquisa, desenvolvimento e inovação para o agronegócio brasileiro, 2002 – 2012**. Brasília: Instituto Inovação, 2002.

DINIZ, C. C. **Globalização, escalas territoriais e política tecnológica regionalizada no Brasil**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR (Texto para discussão n.168). 34p., 2001.

DOSI, G.; MALERBA, F. Organizational learning and institutional embeddedness – an introduction to the diverse evolutionary paths of modern corporations. In: DOSI, G.; MALERBA, F. (editors). **Organization and strategy in the evolution of the enterprise**. Macmillan Press, pp. 1-24, 1996.

DOSI, G.; NELSON, S. An introduction to evolutionary theories in economics. **Journal of Evolutionary Economics**, 4, p.53-172, 1994.

DOSI, G.; TEECE, D. J.; WINTER, S. Toward a theory of corporate coherence: preliminary remarks. In: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINNELLI, P. A. (eds.) **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford Press, pp.185-211, 1992.

GALINA, S. V. R. Internacionalização das atividades de P&D – participação de afiliadas brasileiras mensuradas por indicadores de C&T. **Revista São Paulo em Perspectiva**. v. 19, n.2. São Paulo, abr./jun., 2005.

GOMES, R.; STRACKMAN, E. O papel das multinacionais no desenvolvimento tecnológico do Brasil – políticas industriais como indutoras de catch up tecnológico. **Revista São Paulo em Perspectiva**. v. 19, n. 2. São Paulo, abr./jun., 2005.

MALERBA, F. Sectorial systems and innovation and technology policy. **Revista Brasileira de Inovação**, volume 2, n.2, jul./dez. 2003.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Inovação tecnológica no Brasil – A indústria em busca da competitividade global**. Brasília, out./2006. Disponível em <http://www.mcti.gov.br>

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Política de propriedade intelectual das Instituições Científicas e Tecnológicas do Brasil**. Relatório FORMICT 2011. Organização de Fernanda Vanessa Mascarenhas Magalhães. Brasília: MCTI, 2012. Disponível em <http://www.mcti.gov.br>

NELSON, R. Por que as empresas diferem e qual é a importância disso? In: **As fontes do crescimento econômico**. Tradução de Adriana Gomes de Freitas. Campinas, Editora da Unicamp, 2006, pp.165-194, 1996.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Tradução de Cláudia Heller. Campinas/SP, Editora da Unicamp, cap.12, 1982.

PEREZ, C.; SOETE, L. *Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity*. In: DOSI et alli (editores). **Technical change and economic theory**, London: Pinter Publishers, capt.21, 1988.

PEREZ, C.; SOETE, L. Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. **Revista de La CEPAL**, 75, pp.115-136, 2001.

RADICIONE, L.; ESTEVES, A. O alvo agora são os pequenos produtores. Porto Alegre: **Jornal do Comércio**, p. 12, 2008.

SHIKIDA, P. F.; LOPEZ, A. A. A questão da mudança tecnológica e o enfoque neoclássico. **Revista Teoria Evidência Econômica**. Passo Fundo, v. 5, n.9, mai., p. 81-92, 1997.

SOUZA, N. de J.. Inovações tecnológicas na agricultura. In: **Desenvolvimento Econômico**, 5ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

VIOTTI, E. **National learning systems – a new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea**. 2000.

ReAT - FAT/UFPel