

A Inovação na Agropecuária

Maria Regina Capdeville Laforet

Luciene Ferreira Gaspar Amaral

Vinicius de Melo Benites

José Carlos Polidoro

2.1 A transferência de tecnologia como um meio de inovação

2.2 A dinâmica da inovação

2.3 Os sistemas de inovação

2.4 Pesquisa agropecuária e inovação

RESUMO A análise dos processos de inovação tem destacado, entre suas dinâmicas, a colaboração mantida por atores privados e públicos, com os objetivos de maximizar seus resultados, acessar novos conhecimentos, reduzir o tempo e o custo do desenvolvimento tecnológico e da introdução da inovação no mercado. Neste capítulo, pretende-se relacionar os conceitos de inovação na agropecuária a um novo caso de transferência de tecnologia voltada para o campo: a implantação de fábricas de briquetes. A dita tecnologia representa uma alternativa de eficiência energética para a indústria ceramista do Rio Grande do Norte, além de apresentar o potencial de integrar sistemas de produção de alimentos, energia e extrativismo sustentável no estado. O presente artigo teve origem na dissertação defendida por Laforet (2013), no âmbito do Programa de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Inovação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, em julho de 2013, intitulada *A transferência de tecnologia de processos de produção de fertilizantes organominerais: pesquisa-ação sobre uma parceria público-privada*.

2.1 A transferência de tecnologia como um meio de inovação

Estudos empíricos, conforme observado por Heisey et al. (2006), têm abordado o conceito de transferência de tecnologia relacionado à conversão de ativos intelectuais em bens e serviços funcionais para usuários finais. Essas abordagens têm origem na percepção de que, na atual fase do desenvolvimento econômico mundial (economia do conhecimento), os ativos intelectuais se tornaram elementos-chave para se compreender o bom desempenho e o crescimento de organizações, empresas, comunidades e economias.

De acordo com esse princípio, Rubenstein (2003) chamou atenção para a ampliação do termo transferência tecnológica que, segundo a autora, passou englobar um relacionamento ativo entre os agentes integrados ao desenvolvimento tecnológico capaz de proporcionar uma circulação mais expressiva de conhecimentos e *Know-how*.

Partindo dessas ideias, no relacionamento que se estabelece entre os agentes do setor público e do setor privado, a transferência de tecnologia desempenha um importante papel na divisão de tarefas que se processam entre eles na transformação de ativos intelectuais em inovação de mercado.

Conhecimentos e tecnologias produzidos por instituições de ensino ou de pesquisa governamentais (a exemplo da Embrapa) se caracterizam como bens públicos. Desse modo, devem ser distribuídos de forma ampla por meio, por exemplo, de publicações científicas e técnicas. Tais ativos tendem também, ainda segundo Rubenstein (2003), a apresentar benefícios mais amplos, tais como: efeitos positivos sobre o controle da poluição; uso sustentável de recursos naturais ou reutilização de resíduos, fato observado tanto para os fertilizantes organominerais quanto para os briquetes de eficiência energética.

Por outro lado, a pesquisa pública corresponde a uma forma de política pública quando gera tecnologias em áreas estratégicas, que apresentam necessidade de elevados investimentos com os quais o setor privado não se dispõe a arcar, justificando-se assim uma ação empreendedora do estado. Exemplos dessas ações são, como salientado por Jaffe e Lerner (2001), os programas espaciais, os programas de defesa e os programas de segurança energética.

Esses autores acrescentam que a pesquisa pública produz, na maioria dos casos, tecnologias em fase pré-comercial ou pré-competitiva, que só se tornam comercialmente viáveis e objeto de investimentos privados quando adequadas às necessidades de mercado ou suficientemente competitivas para criar um novo mercado.

Nesse caso, na passagem da escala de laboratório para a escala comercial, uma nova divisão de trabalho se opera com o envolvimento do segmento privado. A parceria público-privada, com propósito de promover desenvolvimento tecnológico e competitividade produtiva, tem sido estimulada em vários países justamente com a finalidade de transformar conhecimento em produtos inovadores para os mercados e para a sociedade (LES NOUVELLES, 2010).

Dessa forma, há que se traçar o perfil da contribuição da pesquisa pública agropecuária para a inovação no contexto atual.

2.2 A dinâmica da inovação

Como observado por Pelaez e Szmrecsányi (2006), o aumento da produção deixou de representar o principal problema das economias contemporâneas devido à oferta potencial de bens ter crescido com maior velocidade do que a capacidade de absorção dessa oferta pelo mercado. Nesse contexto, o maior desafio que as empresas, as organizações e os governos passam a enfrentar se converteu no aumento da concorrência nos mercados.

Mesmo nas economias em desenvolvimento – como no caso do Brasil – na qual demandas básicas não atendidas, consumo reprimido, aumento de renda da população e expansão do mercado interno projetam ainda expectativas de crescimento econômico, como a concorrência entre os agentes econômicos se intensifica, provocando disputas por mercados.

Em razão disso, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) assinalaram que a inovação se tornou um elemento-chave tanto para o alcance de vantagens tradicionais, relativas à produtividade e preços, quanto para diferenciação e agregação de valor em produtos e serviços para atendimento às tendências de mercado.

Analisando o desempenho da economia brasileira das décadas de 1980 e 1990, marcado pelo endividamento externo e pela vulnerabilidade dos setores de maior intensidade tecnológica, Bresser-Pereira (2006) considerou que o maior desafio das sociedades contemporâneas estava na implementação do crescimento econômico sustentado. O alcance desse crescimento dependia, contudo, da formulação de uma estratégia nacional de desenvolvimento, em proveito da inovação.

Quando uma economia está em pleno processo de crescimento, é sinal de que provavelmente existe uma estratégia nacional de desenvolvimento por trás, é sinal de que seu governo, seus empresários, técnicos e trabalhadores estão trabalhando de forma consertada na competição econômica com as

demais nações. Quando uma economia começa a crescer muito lentamente, senão a estagnar, é sinal de que sua solidariedade interna está em crise, que a nação perdeu coesão e se esgarçou, e, portanto, que já não conta com os elementos necessários para que se mantenha competitiva. (BRESSER-PEREIRA, 2006, p.16).

Referindo-se às mudanças necessárias ao crescimento econômico dos países em desenvolvimento, Nelson (2007) também salientou a importância de uma estratégia integrando a evolução técnica e organizacional aos marcos legais, regulatórios, políticas e programas de governo direcionados para a inovação.

De acordo com Nelson (2007), o maior desafio dos países em desenvolvimento residia na diminuição das distâncias tecnológicas mantidas em relação às economias avançadas. Contudo, esse emparelhamento (*catching up*) impunha a quebra do fluxo circular da atividade habitual de empresas e de setores por meio da intensificação da capacidade de aplicar ciência, tecnologia e inovação a novos produtos e processos.²

As inovações em diferentes dimensões – tecnologias, bens de consumo, formas de distribuição, processos organizacionais – foram apontadas por Tidd, Bessant e Pavitt (2008) como essenciais à manutenção da competitividade e da capacidade de investimento dos agentes, de empresas e das economias.

A inovação corresponde, portanto, a um fenômeno relacionado à mudança em distintas dimensões: na criação e distribuição de produtos e serviços, na introdução ou reposicionamento desses no mercado, nos padrões que orientam uma organização ou empresa na gestão de seus ativos e na criação e compartilhamento de produtos e serviços (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

A variação de intensidade das inovações será alterada de acordo com o tipo de melhoria incremental ou mudança radical introduzida. Conforme Freeman e Soete (2008), o desenvolvimento incremental tem sido relacionado a ganhos de eficiência de longo prazo, quando comparados com as mudanças radicais, na medida em que se parte do que já é conhecido, evitando-se custos e incertezas próprias da incorporação de novos conhecimentos.

² "Como dito anteriormente, isso pode apresentar um problema para os países em desenvolvimento, já que eles não podem aprender a dominar essas tecnologias a menos que tenham uma força de trabalho altamente treinada, incluindo um grupo sofisticado de cientistas e engenheiros; mas também apresenta uma oportunidade, na medida em que um maior compartilhamento do conhecimento necessário é aberto a todos aqueles que tenham capacidade para disso se aproveitar. Em muitas das áreas pertinentes, uma parte importante da atividade de estar em dia com a evolução de uma tecnologia requer um programa de pesquisa ativo. Universidades e laboratórios públicos são lugares apropriados para esse tipo de pesquisa, caso essas instituições também possam oferecer formação e experiência para cientistas e engenheiros que irão trabalhar nas indústrias. (...) Não tenho dúvidas de que para os países que buscam o *catching-up*, desenvolver as capacidades de aprendizagem e inovação nas empresas é o coração do desafio. No entanto, um forte sistema de universidades e laboratórios de pesquisa públicos podem desempenhar um papel muito importante de apoio" (NELSON, 2007, p. 22).

Entretanto, de acordo com os referidos autores, depois de um período de relativa estabilidade, as mudanças nas trajetórias tecnológicas e organizacionais se tornam inevitáveis. Concorrência de mercado, o surgimento de novas tendências de consumo, novos quadros regulatório, políticos ou sociotécnicos poderão ocasionar a quebra de paradigmas técnicos, científicos e organizacionais.

Desse modo, tem início um período caracterizado por forte incerteza e intensificação de experimentação e aprendizado, com a participação de grande número de atores. No decorrer desses processos, inicia-se uma estabilização em torno de uma nova configuração sociotécnica que passa a aglutinar todos os esforços e recursos empregados.

Segue-se uma fase de aperfeiçoamento do novo padrão que surgiu como dominante. Nesse período, são característicos os níveis acelerados de adaptações, imitações e aperfeiçoamentos objetivando o aumento da qualidade, da produtividade e da diferenciação de produtos e serviços (FREEMAN; SOETE, 2008).

Quando não há mais espaço para inovações incrementais, segundo Perez (2010), surgem novas possibilidades sociotécnicas. Reinicia-se um novo ciclo de experimentação intensa e a coexistência da disputa entre velhas e novas formas por aperfeiçoamentos, até que o processo se estabilize novamente em torno de um modelo dominante.

No que se relaciona aos fatores condicionantes do processo de inovação, Dosi (1982) salientou que a mudança técnica foi considerada há tempos pela literatura econômica como um fator precursor de desenvolvimento. No entanto, a origem dessa mudança permaneceu como uma questão controversa, sobretudo em virtude da disputa de duas principais noções explicativas para o avanço técnico. Por um lado, as demandas do mercado eram apontadas como motores do progresso técnico; por outro lado, o estado da técnica foi considerado o principal condicionante da evolução tecnológica (DOSI, 1982).

Todavia, de acordo com Dosi (1982), ambas as explicações apresentavam lacunas na abordagem do fenômeno. A indução pelo mercado subestimava o domínio técnico, considerando-o como uma “caixa preta” contendo opções ilimitadas para atender as demandas. A indução puramente técnica não levava em consideração a importância dos fatores econômicos e institucionais direcionando a mudança técnica.

Seguindo essa perspectiva, Freeman e Soete (2008) mostraram que os modelos econômicos neoclássicos tradicionais compararam o movimento de disseminação técnica ao ciclo de vida dos produtos e ao padrão S de crescimento industrial – lento

no início, com rápido crescimento em direção à maturidade e lento declínio. Porém, para os autores, esses modelos se mostravam incapazes de explicar as bruscas descontinuidades tecnológicas e a articulação das mudanças técnicas aos demais fatores de ordem organizacional, científica, política, institucional ou econômica.

Objetivando demonstrar que a mudança técnica não se tratava de um fenômeno aleatório nem desconectado de condicionantes econômicas, institucionais e políticas, Dosi (1982) utilizou os conceitos de trajetórias e paradigmas tecnológicos para explicar o processo de inovação. A noção de paradigma envolve padrões de rupturas e de regularidades tanto em relação ao conjunto de trajetórias tecnológicas quanto aos fatores que estão conectados à mudança técnica. Desse modo, um paradigma reúne um conjunto amplo de conhecimentos codificados e tácitos, de dispositivos e artefatos físicos, equipamentos, *know-how*, métodos, projetos dominantes, experiências de sucesso e de fracasso e o conhecimento incorporado em indivíduos, organizações e instituições (DOSI; GRAZZI, 2010).

Esses autores mostraram também que a noção de trajetória é reveladora das mudanças que ocorrem no interior de cada paradigma. Essas mudanças sofrem a influência das demandas de mercado, que incentivam ou limitam o desenvolvimento tecnológico. Uma trajetória é influenciada também por políticas públicas para aumentar capacidade de C&T em temas estratégicos como defesa, segurança energética, alimentar entre outros.

Entretanto, embora o direcionamento do mercado, das políticas públicas e dos demais fatores socioeconômicos exerçam influência sobre a mudança técnica, a incerteza quanto à P&D persiste em função da rota tecnológica, que pode apresentar desde incrementos até inovações paradigmáticas. Desse modo, embora exista a influência de fatores externos, o surgimento de inovações, segundo Dosi (1982), ocorre em condições de relativa autonomia dos mecanismos de ajustamento e de indução do mercado, especialmente no caso de inovações radicais:

Deve-se notar que, mesmo quando as rotas tecnológicas estão bem estabelecidas, os fatores políticos, econômicos e institucionais mencionados podem contribuir para moldar e determinar a taxa de ocorrência de avanço técnico. No entanto, mesmo nesse estágio, quando os avanços técnicos são de várias maneiras endógenos à dinâmica econômica, tanto a incerteza relacionada a P&D quando a existência de aspectos não comerciais da mudança técnica não desaparece. (DOSI, 1982, p.155)

A esse respeito, Perez (2010) ressaltou que a mudança técnica não é aleatória e encontra-se conectada a paradigmas tecnoeconômicos. Embora a inovação tenha

ocorrência frequente no mercado, trata-se de um evento descontínuo ainda que interconectado a uma determinada trajetória tecnológica. O autor também afirmou que, quando produtos, mercados e trajetórias técnicas são explorados ao máximo, abre-se oportunidade para uma revolução tecnológica que pode estender seus impactos em diferentes áreas e setores específicos, determinando aumento de produtividade, renovação de ramos industriais maduros e criação de novos. Ainda segundo Perez (2010), quanto mais essas mudanças repercutirem e projetarem efeitos econômicos e sociais, melhores serão as chances da ocorrência de uma grande onda de desenvolvimento.

Nesse sentido, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) indicaram que o maior desafio relacionado aos processos de inovação diz respeito à sua gestão, tanto em condições estáveis quanto em períodos de rápidas mudanças. Nessas fases, a flexibilidade e a habilidade em aprender podem ser fundamentais para sobrevivência de uma organização. Portanto, de acordo com os autores, a prospecção das oportunidades emergentes no mercado e a mobilização dos meios e recursos disponíveis para explorá-las faz parte do desafio de inovar.

As incertezas da gestão da inovação envolvem cada vez mais riscos que devem ser minimizados pela incorporação de conhecimento e de habilidade de avaliar quais atividades e competências de uma organização serão afetadas pela mudança. Nesse aspecto, a percepção da arquitetura dos regimes tecnológicos – assim como a identificação de seus componentes, atividades e funcionalidades – torna-se estratégica.

No contexto econômico global, as fontes, os insumos, os componentes e os recursos para a produção tecnológica, assim como a distribuição de seus resultados estão cada vez mais descentralizados mundialmente. Como consequência, o gerenciamento da inovação enfrentará o desafio de ser realizado em escala global, envolvendo diferentes fatores socioeconômicos, culturais, regulatórios, políticos e capacitadores.

A inovação no século XXI consiste em lidar com uma fronteira científica móvel e em desenvolvimento, mercados fragmentados espalhados por todo o planeta, incertezas políticas, regulamentações instáveis, bem como uma série de concorrentes que surgem cada vez mais de direções inesperadas. Isso foi o que Roy Rothwell previu em seu estudo pioneiro sobre modelos de inovação, com um deslocamento gradual do pensamento (e organização) de um processo linear movido pelo estímulo científico-tecnológico ou pela exigência da demanda, para outro que previa crescente interatividade – primeiramente dentro da empresa com equipes funcionais integradas e outras atividades limítrofes, e então cada vez mais para fora da empresa em seus contatos com outras firmas. Sua visão

da “quinta geração” de inovação é, em essência, aquela com que temos de lidar atualmente – repleta de interações em rede diversificadas, aceleradas e otimizadas por um fluxo intenso de tecnologias de informação e comunicação. (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008, p.213).

Nesse cenário, o modelo de inovação tende a se mover de um estilo linear, estimulado por P&D interno às organizações e demandas de clientes, para um estilo interativo, com base em estímulos e demandas externas às organizações. O trabalho em rede, nesse contexto, agiliza a comunicação, o compartilhamento, a divisão de trabalho e o acesso a competências, facilitando a arquitetura da inovação em redes globais.

No modelo de inovação aberta, conforme Enkel, Gassmann e Chesbrough (2009), os vínculos e as conexões tornam-se tão importantes quanto a produção e a propriedade de conhecimentos. Esse modelo tem influenciado os sistemas nacionais e setoriais de inovação no estímulo direto à parceria entre empresas, principalmente as de pequeno porte, universidades e instituições de pesquisa em todo mundo, com objetivo de desconcentrar o risco, aumentar o campo de experimentação e ampliar a introdução da inovação.

2.3 Os sistemas de inovação

Os sistemas de inovação correspondem a modelos conceituais que reproduzem o relacionamento que ocorre entre os agentes que se encontram no âmbito de um processo de inovação. Conforme ressalta Edquist (2001), um sistema pode apresentar recortes geográficos ou setoriais, podendo englobar um setor, país ou região. Contudo, um sistema de inovação, independente de sua dimensão, sempre aborda uma dinâmica de mudança sociotécnica.

Mesmo que se apresentem como modelos conceituais, os sistemas de inovação podem se converter em uma ferramenta útil de conhecimento, que, de acordo com Chaminade e Edquist (2005), tem sido adotada por pesquisadores e gestores para a tomada de decisão acerca dos processos inovativos.

Os sistemas de inovação podem proporcionar um diagnóstico para a intervenção em segmentos específicos na medida em que permitem a detecção de fatores de crescimento ou de bloqueio nos processos de mudança (BERGEK et al., 2008).

Na análise das estruturas básicas de um sistema de inovação, Edquist (2001) chamou atenção para dois aspectos essenciais a todos os sistemas: as organizações e as instituições. As organizações correspondem a seus componentes, representados

por atores que compõem uma típica cadeia produtiva, tais como fornecedores de insumos, produtores, distribuidores e varejistas. Mas ao lado desses atores, um sistema de inovação comporta outros tipos de agentes: centros de P&D públicos e privados; universidades; agência de capital de risco e semente; empresas de marketing; serviços tecnológicos e de distribuição (CHAMINADE; EDQUIST, 2005).

Da mesma forma que a natureza dos participantes de um sistema de inovação é diversificada, os padrões de atividades e relacionamentos mantidos por eles são diferenciados. Quase sempre a relação estabelecida entre esses atores não é planejada nem intencional e eles não precisam compartilhar metas nem propósitos idênticos.

Frequentemente, não existem as mesmas motivações que levam os atores a cooperarem para determinados fins, podendo até se estabelecer um quadro de conflitos durante a cooperação entre eles.

Embora o conceito de sistema de inovação possa sugerir ação coletiva e coordenada, na condição de construtor analítico um sistema pode não existir de forma completa na realidade. Em muitos casos os componentes reais de um sistema de inovação podem apresentar uma fraca interação. A interação pode ser não planejada, não intencional nem deliberada mesmo nos sistemas de inovação mais desenvolvidos. Seus atores servem a propósitos específicos e não compartilham necessariamente as mesmas metas e nem precisam trabalhar conscientemente para os mesmos propósitos. Mesmo quando não orquestrados por nenhum ator específico, conflitos e tensões são parte dos sistemas de inovação. (BERGEK et al., 2008, p. 413)

Essa variabilidade de propósitos em uma cooperação é explicada pelos ambientes e culturas distintos nos quais cada parte está inserida. Segundo Edquist (2001), enquanto as organizações e seus agentes representam os componentes, as instituições correspondem a “conjuntos de hábitos, rotinas, práticas, regras e normas que regulam as interações entre indivíduos, grupos e organizações” (EDQUIST, 2001, p. 14).

As instituições – com suas regulamentações, normas e procedimentos – moldam as organizações e os indivíduos; mas o contrário também é verdadeiro e o comportamento individual pode influir e provocar mudanças em uma organização e suas instituições. Portanto, Chaminade e Edquist (2005) consideraram que as articulações existentes entre atores, organizações e instituições podem ser reveladoras da natureza de um sistema de inovação.

Outros elementos funcionais característicos dos sistemas foram destacados por Malerba (2002). O autor identificou o conhecimento e a capacidade de aprendizado

dos agentes como características essenciais ao desenvolvimento de trajetórias e de regimes tecnológicos. A capacidade dos agentes de apreender, de acumular conhecimento e a partir disso tirar proveito das oportunidades tecnológicas criadas no âmbito de um setor, conforme Malerba (2002), tem consequências diretas sobre perdas e ganhos de vantagem competitiva e sobre o desempenho de todo um sistema.³

Um segundo aspecto imprescindível aos sistemas de inovação, assinalado por Malerba (2002), se refere à conexão existente entre tecnologia e ativos complementares. Os ativos complementares correspondem a elementos de natureza diversa que se conectam à tecnologia de base em seu processo de desenvolvimento, aperfeiçoamento e distribuição. Eles podem ser representados por fontes de insumos, componentes, *know how*, propriedade intelectual, *design*, *marketing*, canais de distribuição e muitos outros elementos.

Correspondendo a aportes materiais, atividades críticas e serviços especializados, os ativos complementares se conectam à tecnologia de base no decorrer de várias fases de uma trajetória tecnológica, com influência direta sobre o êxito final da inovação.

Dependendo do nível de apropriação que um inventor detenha sobre uma invenção, da fase do desenvolvimento na qual ela esteja inserida ou da posse que um terceiro mantenha sobre um ativo importante para o destino da invenção pode haver a migração das vantagens do inventor para o detentor do ativo especializado. Dessa forma, a exclusividade sobre os canais de distribuição de um produto pode fazer fluir os proveitos da invenção para o detentor desse ativo exclusivo ou especializado.⁴

³ De acordo Malerba (2002) a capacidade de acumular conhecimentos, de saber utilizá-los e apropriá-los correspondem a dimensões-chave dos regimes tecnológicos e de aprendizagem. O acúmulo de conhecimento pode resultar em níveis elevados de apropriabilidade da inovação, quando empresas introduzem incrementos constantes baseados nesse conhecimento acumulado. Enquanto que as oportunidades refletem a possibilidade de inovar, a apropriabilidade encerra as possibilidades de proteger as inovações de imitações e colher proveitos da atividade inovadora. Regimes tecnológicos caracterizados por altos níveis de oportunidade deverão apresentar padrões de inovação marcados por turbulência tecnológica, instabilidade no âmbito das empresas e contínua entrada de inovadores. Já os regimes caracterizados por baixo nível de oportunidades tendem a restringir o surgimento de novas empresas inovadoras e a proporcionar maior estabilidade para as empresas estabelecidas. Graus elevados de apropriabilidade permitem a inovadores bem-sucedidos manter vantagens competitivas, fato que se reflete na concentração industrial e no ingresso de menor número de inovadores no setor. Por outro lado, um baixo grau de apropriabilidade e de investimento em inovação tem a propensão de produzir uma estrutura setorial marcada pela presença de grande número de inovadores. Elevados níveis de cumulatividade tecnológica, por sua vez, estão associados à continuidade da atividade inovadora nas empresas, favorecendo a estabilidade das firmas líderes do setor. Por meio da cumulatividade, são reunidas vantagens que afetam a competitividade e agem como barreiras à entrada novos inovadores.

⁴ Analisando a distribuição dos proveitos da inovação, Teece (1986) observou que um imitador ou um parceiro podem obter vantagens maiores do que o inventor sobre o pioneirismo de uma invenção. Quando o inventor detém patente ou outro direito de apropriabilidade que impeça o acesso de imitadores a conhecimentos relevantes, então ele pode licenciar sua tecnologia, por exemplo, por meio de um contrato. Os fatores que dificultam a imitação permitem que o inovador estabeleça formas de acesso a ativos especializados com menor risco e a realização do aperfeiçoamento tecnológico sem o perigo da cópia. No entanto, quando não há proteção estrita e existe a possibilidade do parceiro imitar a tecnologia ou monopolizar sua produção ou distribuição, em virtude de uma posição exclusiva que detenha no mercado, então os benefícios da inovação poderão migrar dos inovadores para os detentores de ativos exclusivos.

Em decorrência da importância dos ativos complementares, as estratégias de negociação e de transferência tecnológica são cruciais. Consolidadas por meio de contratos e de outras formas de negociações e acordos formais e informais, essas estratégias passam a mediar o relacionamento entre os agentes, o acesso a conhecimentos, *know how*, tecnologias e relacionamentos. A habilidade em negociar contratos, parcerias, cooperação e compartilhamento de ativos asseguram vantagens, ganhos pactuados e posições competitivas no âmbito das redes de inovação.⁵

As interações estabelecidas entre os agentes de um sistema de inovação, desde a geração do conhecimento até a adoção da inovação pelo usuário final, influenciam no funcionamento de uma cadeia produtiva e de um setor, no modo como ele opera e no grau de concorrência ou concentração que apresenta. Cada agente heterogêneo desempenha uma função específica que representa uma fonte potencial de dinamismo para os sistemas de inovação associados às cadeias produtivas.

Hekkert et al. (2007) observaram que as atividades desempenhadas por cada agente – seja ele representado por um centro de pesquisa ou uma firma de *marketing* – correspondem às verdadeiras fontes de dinamismo dos sistemas. Essas fontes estão envolvidas na criação, no desenvolvimento, na difusão e na adoção de novas técnicas e práticas. Por meio das atividades dessas fontes e dos seus agentes, os sistemas evoluem com ritmo e direção que variam conforme a natureza das tecnologias, tipos de atores, organizações envolvidas, regulamentações setoriais, investimentos disponíveis e expectativas de mercado.

As atividades desempenhadas por cada fonte podem representar fatores de estímulo ou bloqueio relacionado à evolução dos sistemas. Por exemplo, em áreas de tecnologias consolidadas como na exploração de petróleo, os avanços podem ocorrer mais lentamente em virtude de inércia própria dos sistemas tecnológicos bem desenvolvidos que resistem às mudanças. Enquanto isso, em áreas de prospecção novas, como a de pesquisas sobre células de combustível de hidrogênio, por exemplo, a existência de espaço aberto para o incremento tecnológico não impede que surjam entraves que bloqueiem o fluxo do processo de inovação. Tais bloqueios podem surgir de fora de um sistema e de trajetórias mais antigas, por exemplo, por *lobbies* movidos pelas indústrias de ramos energéticos concorrentes, como a do petróleo (HEKKERT et al., 2007).

⁵ Nesse sentido Teece (1986) assinalou que contratos com base em negociações bem conduzidas têm sido uma modalidade muito utilizada para acesso a capacidades e a parcerias estratégicas, que podem inclusive conferir maior credibilidade e reputação ao negócio e permitir acesso a um *know-how*, cujo domínio dependeria de longo investimento e de longo período de aprendizado tecnológico.

Portanto, o ritmo de evolução e a direção da mudança tecnológica são influenciados por diversos fatores isolados ou combinados, tanto internos à própria rota tecnológica quanto externos a ela. Tais fatores resultam de estímulos ou barreiras movidos por segmentos da indústria, de regulações setoriais, de políticas nacionais de fomento à inovação ou de posições concorrenciais de mercado.

Na avaliação do grau de maturidade e desempenho dos sistemas de inovação, Hekkert *et al.* (2007) sugeriram a adoção de uma seleção de funções. Essas funções assinalam características e tendências comuns encontradas nas redes e que são informativas do tipo de atuação e dos resultados do desempenho de seus componentes. As funções apontam para as atividades exercidas pelos agentes, para formas de interações entre eles, pontos de sinergia, dinamismo ou bloqueio estabelecidos nesses relacionamentos.

A atividade empresarial, por exemplo, foi selecionada como uma função-chave das redes de inovação, na medida em que lida com a incerteza básica desses processos. O grau de empreendedorismo e a capacidade dos agentes de assumirem riscos, de experimentar e de diversificar foram considerados os meios mais diretos de redução dessa incerteza.⁶

Outra função cujo desempenho foi considerado essencial à evolução dos sistemas de inovação está associada ao conhecimento e ao aprendizado. Como já observado, o conhecimento é o principal insumo da economia contemporânea e a aprendizagem é o principal meio para adquiri-lo, reproduzi-lo e incrementá-lo.

Diferentes tipos de conhecimentos, segundo Hekkert *et al.* (2007), interagem no processo de inovação a fim de dar suporte às atividades científicas, tecnológicas, adaptativas, incrementais, de customização e distribuição de produtos e serviços nos mercados nele integradas. Na difusão desses tipos de conhecimentos, as redes de cooperação técnica, comercial, profissional e comunitária assumem um papel destacado no compartilhamento e no aprendizado que perpassa todo o processo de inovação: da etapa de P&D à aquisição do produto final pelo cliente (BERGEK *et al.*, 2008).

Uma terceira função associada ao desempenho dos sistemas foi a direção assumida pelo desenvolvimento tecnológico. Essa função, segundo Malerba (2002), exerce uma seleção na variedade que caracteriza a produção do conhecimento, pois, na

⁶ De acordo com Bergek *et al.* (2008) a incerteza é característica que acompanha o desenvolvimento tecnológico e industrial e a experimentação empresarial é a principal fonte de redução dessa incerteza. A experimentação envolve novas aplicações ou novos usos de conhecidas aplicações realizadas por entrantes ou empresários experientes que diversificam suas ações no sentido *shumpeteriano* de novas combinações. Sem a experimentação o desenvolvimento tecnológico entra em estagnação.

medida em que a mudança técnica não é nem autônoma nem aleatória, ela segue prioridades, expectativas e preferências.

Como restou evidenciado, as trajetórias tecnológicas são influenciadas por um conjunto de fatores – tais como oportunidades técnicas, fontes de recursos, demandas do mercado, relevância social, política e econômica – que exerce seleção e direcionamento nas trajetórias.

A formação de mercado corresponde a uma quarta função que é muito informativa acerca do grau de maturidade alcançado por cada sistema. Os mercados podem estar em diferentes fases de desenvolvimento: emergente, intermediária ou madura. Em cada uma dessas fases, medidas de regulamentação podem impactar positiva ou negativamente a produção e o consumo com consequências sobre a formação do mercado.

Em sistemas de inovação emergentes, os mercados podem ainda estar pouco desenvolvidos, os clientes podem ainda não estar articulados em torno de demandas específicas, o preço e o desempenho tecnológico podem ser pouco competitivos quando comparados com a tecnologia anterior. Nestes casos, vantagens propiciadas por estímulos diretos e indiretos do governo – linhas de créditos, estímulos diretos à produção e redução de impostos – podem ter efeitos sobre a diminuição das incertezas do investidor, do risco do empresário, além de estimular e induzir a formação de mercado (BERGEK et al., 2008).

Uma quinta função citada como um dos pontos-chave dos sistemas de inovação foi a alocação de recursos humanos e financeiros. Essa função está associada à habilidade dos agentes de mobilizarem competências, infraestrutura material, capitais de investimento (fomento, semente e de risco), capacitação, aprendizagem em vários níveis e ativos complementares.

O volume de capitais alavancados, a posse de ativos tangíveis e intangíveis, níveis de aprendizado e capacitação, entre outros parâmetros, podem ser indicativos do grau cumprimento dessa função.

A sexta função que foi relacionada por Hekkert et al. (2007) ao desempenho dos sistemas foi a da legitimidade. Essa função se trata, conforme os autores, de uma qualidade desejada e buscada pelos atores e intervenientes de um sistema de inovação. A legitimidade está associada à ideia de relevância de uma inovação, no sentido da criação de produtos e serviços de valor para a sociedade.

De acordo com Bergek et al. (2008), a legitimidade é uma qualidade construída por meio de ações conscientes por parte de indivíduos e organizações

interessadas no bom desempenho de um sistema. Ela torna possível a criação de políticas de estímulo à inovação, formas de financiamento, parcerias comerciais e tecnológicas, obtenção de recursos humanos e materiais, formação de mercados e desenvolvimento tecnológico.

Um sistema de inovação, como salientou Hekkert et al. (2007), é criado a partir de certas condições e submetido, desde sua origem, à concorrência de outros sistemas já estabelecidos. Desse modo, além do atendimento às regulações vigentes, algum tipo de estratégia de legitimidade é sempre necessária, tal como a valorização da relevância social, econômica e política que uma inovação proporciona.

Por último, o cumprimento de cada uma das seis funções citadas acima tem efeito potencial sobre as demais. Consequentemente, se o sistema obtém legitimidade será mais fácil a realização das funções de mobilização de recursos, de conhecimento, de mercado e de atividade empreendedora.

Do mesmo modo, as influências recíprocas e as relações de causa e efeito estabelecidas entre tais funções podem gerar uma espécie de círculo virtuoso de mudança “que fortalece simultaneamente cada uma das funções e leva a construção de um processo de constante de renovação no interior de um sistema” Hekkert et al. (2007, p 424).

Muitas interações são possíveis entre as seis funções, todas elas influenciam a direção e o ritmo da inovação. A abordagem conjunta dessas interações e suas variáveis cria um contexto explicativo sobre os modelos formativos e evolução dos sistemas de inovação.

Esses modelos, com foco nas atividades dos agentes e nas funções que cada um desempenha, permitem a análise em tempo real de um sistema em construção.

No próximo segmento, dar-se-á continuidade ao desenvolvimento da abordagem conceitual pela adoção das noções até aqui discutidas no entendimento das transformações recentes que afetaram o ambiente da pesquisa pública agropecuária.

2.4 Pesquisa agropecuária e inovação

Na análise das transformações que ocorreram no cenário recente da agricultura brasileira, Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) utilizaram os conceitos de trajetórias, e paradigmas tecnológicos para abordar o ciclo de crescimento influenciado pelos padrões da Revolução Verde.⁷

No início desse ciclo, na década de 1960, a agricultura foi considerada pela literatura econômica como um setor de baixa incorporação técnica e aberto a inovações. No entendimento dos autores, essas avaliações tinham origem na comparação da agropecuária com os setores industriais, que apresentavam maior volume de negócios, de concorrência e tendência a monopólios.

No entendimento da economia agrícola, Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) observaram que análises como a de Pavitt (1984), voltadas à transferência tecnológica da indústria para a agricultura, ajudaram a explicar as mudanças que se processaram no campo.⁸ No entanto, tais análises que definem a agricultura como um setor dominado por fornecedores das indústrias localizadas a montante (adubos, defensivos, sementes e maquinário) não consideraram todas as fontes de dinamismos que passaram a se desenvolver integradas à agropecuária, sob a influência do regime tecnológico dominante a partir dos anos de 1950.

Os elos estabelecidos entre a indústria e a agricultura no Brasil foram com mais detalhes analisados por Kageyama et al. (1990). Esses autores assinalaram que a mudança que transformou a produção artesanal em uma agricultura moderna, intensiva e mecanizada resultou de um processo histórico da passagem do antigo complexo rural para os agroindustriais. A formação dos complexos agroindustriais foi consequência da introdução dos padrões tecnológicos da Revolução Verde: de um lado, a incorporação de insumos e maquinários industriais, tais como fertilizantes, defensivos, corretivos do solo, sementes melhoradas, combustíveis líquidos, tratores, colhedoras, implementos e equipamentos de injeção; de outro, a integração da produção de alimentos e matérias-primas com as agroindústrias processadoras de açúcar, álcool, tecidos, carnes, leite, grãos e outros produtos (KAGEYAMA et al., 1990).

⁷ Revolução Verde refere-se à invenção e disseminação de novas sementes e práticas agrícolas que permitiram um vasto aumento na produção agrícola em países menos desenvolvidos durante as décadas de 1960 e 1970. É um amplo programa idealizado para aumentar a produção agrícola no mundo por meio do melhoramento genético de sementes, uso intensivo de insumos industriais, mecanização e irrigação. (FUCK et al., 2008, p. 102).

⁸ A análise de Pavitt (1984) procurou explicar as mudanças tecnológicas a partir de padrões esboçados por setores produtivos. Dentre esses padrões foram considerados as estratégias das empresas, as fontes de tecnologia, as exigências dos consumidores, a formação de competências e as vantagens concorrenciais de cada segmento. Os padrões deram origem a uma classificação dividida em três tipos de dinâmicas: produção intensiva, baseada em ciência e dominada pelo fornecedor, essa última associada à agricultura.

O processo que aproximou a agricultura da indústria e substituiu a economia natural por cadeias agropecuárias – integradas a montante e a jusante em relação à indústria – intensificou a divisão do trabalho, as trocas intersetoriais, a especialização da produção rural e a substituição de importações de bens de produção que passavam a ser fornecidos pelo mercado interno.

Para tanto, houve a internalização da produção de insumos químicos, máquinas e equipamentos e da capacidade industrial para substituir as importações. A partir da internalização da capacidade da produção de bens e de insumos, a modernização na agropecuária prosseguiu sua evolução de forma autônoma, alterando a divisão tradicional indústria/agricultura/serviços.

Dessa forma, de acordo com Kageyama et al. (1990), a partir da formação das agroindústrias não haveria mais uma dinâmica geral que viabilizasse as transformações na agricultura. O ambiente rural comportaria dinâmicas específicas, setoriais, resultantes da evolução conjunta de trajetórias agrícolas e industriais que convergiram no contexto do regime tecnológico sob o paradigma da Revolução Verde.

Vieira Filho (2010) observou que embora os segmentos rurais fossem influenciados pelo forte influxo do regime tecnológico baseado em equipamentos e insumos químicos, as atividades agropecuárias não foram reduzidas a um único padrão homogêneo. De acordo com Vieira Filho (2010), houve a formação de um quadro complexo pela coevolução de trajetórias orientadas seja por demandas dos mercados agrícolas seja por *inputs* dos segmentos industriais. A evolução desses últimos não pode ser compreendida, segundo o autor, fora da inter-relação mantida com os mercados agrícolas.

A relação da produção agrícola com o uso de insumos não se dá por meio da dependência tecnológica, mas se refere fundamentalmente à complementaridade setorial e à coevolução da produção agrícola e do desenvolvimento de novas tecnologias.(...) Uma determinada tecnologia será rapidamente difundida na agricultura quando as necessidades do setor produtivo são atendidas. Quanto maior for o uso eficiente de uma dada tecnologia, maior será a capacidade de resposta do setor produtivo, a ponto de influenciar as trajetórias tecnológicas do setor fornecedor de insumos, engendrando a geração e a difusão de outras inovações (VIERA FILHO, 2010, p.72).

No mesmo sentido, ainda que a emergência da modernização e de industrialização tenha correspondido a uma tendência dominante nos últimos 60 anos, Souza (2008) considerou que ela não significou a homogeneização completa da

agricultura em termos de uma única forma de produção. Ao lado dos segmentos mais modernos e industrializados, persistiram amplos setores praticando uma agricultura com emprego de diferentes níveis tecnológicos, voltada para produção de matérias primas ou alimentos básicos, tanto para agroindústrias quanto para o abastecimento direto do consumidor final.

Em consequência disso, segundo Souza (2008), as atividades rurais passavam a ser influenciadas por estímulos e demandas diversas, apresentando dinâmicas tecnológicas, divisões de trabalho e integrações com mercados setoriais e externos distintos. Entretanto, a presença de dinâmicas tecnológicas e comerciais tão específicas não implicou a ausência de competitividade entre os produtores rurais, nem o esforço de um melhor desempenho concorrencial de seus produtos, mesmo nos segmentos de menor intensidade tecnológica.

Vale lembrar, contudo, que a adoção de mecanismos para melhoria da qualidade do produto, como uma forma de conquistar maior parcela de mercado ou de obter preços mais elevados que os dos competidores, constitui uma estratégia válida para diferenciar o produto, para aqueles segmentos que atuam dentro da porteira (SOUZA, 2008, p 53).

Ademais, ainda evocando os ensinamentos de Possas, Salles-Filho e Silveira (1996), a pouca propensão da agropecuária à formação de oligopólios, de concentração de mercados, de grandes escalas comerciais e de produção pode induzir à noção de que tais segmentos não comportam dinamismo concorrencial ou inovativo. Essa visão, que associa o capitalismo contemporâneo à imagem das grandes corporações, pode ocasionar uma percepção limitada dos segmentos produtivos baseados em pequena escala de negócios e em unidades familiares de produção como sendo segmentos atrasados e pré-capitalistas.

A esse respeito, Vieira Filho (2010) observou que as assimetrias presentes no campo refletem posições diferenciadas dos produtores rurais quanto à renda, tamanho, produtividade, capacidade de investimento, competência técnica e informação. Com base nesses diferentes aspectos, decisões relativas ao crescimento e diversificação que afetam o desempenho produtivo e concorrencial são tomadas. Embora as incertezas e os riscos que essas situações possam implicar, estratégias de intensidade variada quanto às opções tecnológicas, arranjos produtivos e diversificação nos mercados são adotadas, com repercussões sobre o aproveitamento das oportunidades tecnológicas, financeiras e comerciais.

A intensidade no emprego e a eficiência no uso de recursos e ativos disponíveis tendem a resultar em maiores níveis de desempenho, de competitividade e de

inovação. Nesse processo, a capacidade de aprendizagem e de assimilação realizados com base em experiências, práticas e conhecimentos acumulados tornam-se habilidades-chave para a eficácia da estratégia adotada, ocasionado melhor aproveitamento das oportunidades de crescimento e inovação.

A cumulatividade do aprendizado produtivo reforça o caráter tácito e específico do conhecimento, o que permite a certos produtores obter vantagens regionais. A capacidade gerencial do agricultor é fundamental no processo de exploração das vantagens competitivas e dos ganhos produtivos do conhecimento tecnológico. A experiência e o aprendizado do produtor no uso da nova tecnologia não apenas reduzem o risco ligado ao fator exógeno (adversidades climáticas, variabilidade geográfica e surgimento de novas pragas e doenças) como também redirecionam as trajetórias mais amplas do segmento fornecedor. Isto se dá por meio de um efeito de *feedback* que adapta e melhora a tecnologia à diversidade ambiental e às necessidades dos produtores. O processo de aprendizado (via experimentação) está associado à absorção do novo conhecimento, não somente à adequação de elementos tácitos no emprego deste conhecimento ou da tecnologia na unidade produtiva (VIERA FILHO, 2010, p. 72).

Na análise das dinâmicas agrícolas, a percepção dos agentes, funções, conhecimentos, tecnologias e interações mantidos entre eles, à semelhança de um sistema de inovação, contribuem para a identificação do potencial inovativo presente em cada segmento das economias rurais.

Apesar da diversidade de perfis e de tipos de empreendimento, no que se relaciona à inovação, podem-se notar características comuns a todos eles. De um modo geral, as trajetórias tecnológicas ligadas à agricultura, conforme Vieira Filho (2010), são muito suscetíveis às condições naturais como: ciclos biológicos, sazonalidade dos cultivos, conservação, perenidade e transporte de produtos. Como nos demais setores da economia, o emprego de tecnologia pode minimizar certas condições naturais. Todavia não pode radicalmente eliminá-las ou modificá-las.⁹

Para fazer face à necessidade de manejar os recursos naturais, conhecimentos e tecnologias aplicados à agropecuária devem apresentar uma abordagem caracteristicamente multidisciplinar. A atuação multidisciplinar é necessária ao manejo do meio ambiente resultante da interação das condições físicas, químicas

⁹ Em primeiro lugar, as inovações na agricultura são geralmente ambientalmente específicas na medida em que sua transferência pode estar limitada por vários fatores: adaptação ao clima e solo, problemas de pragas, culturas ou produtos locais. Em segundo lugar, no entanto, muitas fontes e canais de inovação podem criar novas oportunidades tecnológicas para a produção agrícola em ambientes específicos sempre que estas oportunidades sejam adequadamente adaptadas (VIEIRA FILHO, 2010, p.70).

e biológicas. Em razão dessa abordagem, as aplicações tecnológicas apresentam ainda tendência à convergência e à complementaridade, com o objetivo de potencializar e duplicar os efeitos e impactos sobre um ambiente complexo e formado por sistemas naturais que envolvem água, solo, clima e organismos vivos. Exemplos dessa convergência e complementaridade podem ser observados no desenvolvimento de cultivares de alto rendimento com tolerância a um herbicida específico ou de colheitadeiras ajustadas ao tamanho de plantas geneticamente modificadas (POSSAS; SALLES-FILHO; SILVEIRA, 1996).

Neste contexto, a convergência tecnológica verificada em produtos e processos empregados nas atividades rurais resultou da conexão entre conhecimentos e técnicas que evoluíram em conjunto por meio de influências e estímulos recíprocos. Essa coevolução de equipamentos e práticas propiciada por oportunidades científicas, técnicas e de mercado, como já assinalado, consolidou o regime tecnológico que marcou o cenário agrícola no decorrer dos últimos 60 anos.

Analisando as fontes de dinamismo associadas a esse regime, Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) identificaram seis polos de geração e difusão de conhecimentos e tecnologias.

Esses polos foram reunidos de acordo com tipos de organizações, atores, atividades e funções desempenhadas nos segmentos agrícolas. Abaixo segue a enumeração resumida dos seis polos e suas principais funções:¹⁰

- a) Fontes privadas de organizações industriais – relacionadas à produção de máquinas, implementos e insumos agropecuários;
- b) Fontes institucionais públicas – relacionadas à produção de conhecimentos e tecnologias que tendem a impactar o setor;
- c) Fontes privadas relacionadas à agroindústria – que influenciam a qualidade e o padrão de produção da agropecuária;
- d) Fontes privadas na forma de organizações coletivas e sem fins lucrativos – tais como cooperativas e associações;
- e) Fontes privadas relacionadas ao fornecimento de serviços – que atuam na disseminação de novas técnicas;
- f) Unidades de produção agropecuária.

¹⁰ Os seis polos dinâmicos da agricultura citados resumidamente encontram desenvolvidos em Possas, Salles-Filho e Silveira (1996, p. 937-938).

As funções realizadas por cada polo e as interações mantidas entre eles, como observado, se desenvolveram de forma integrada, convergente e complementar no âmbito do regime tecnológico. Sem terem apontado a predominância de uma fonte sobre a outras, Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) salientaram que as indústrias a montante e a pesquisa pública desempenharam papéis-chave na formação desse regime. As indústrias introduziram sementes de alto rendimento (em grande parte híbridas) e pacotes tecnológicos compostos por máquinas, equipamentos, insumos químicos e sistemas de irrigação. Em contrapartida, as universidades e os centros públicos de pesquisa proporcionaram as bases científicas para a assimilação desses pacotes.

A difusão do paradigma da Revolução Verde, por meio da transferência de tecnologias dos países desenvolvidos em direção àqueles em desenvolvimento, foi associada ao crescimento acentuado da produção e da produtividade agrícola nessas regiões. Durante o período da Guerra Fria até a década de 1990, a adoção desse regime contribuiu para a regularização do abastecimento de alimentos a preços reduzidos, a disponibilização de matérias-primas e mão de obra para o crescimento industrial, o fortalecimento dos mercados internos de alimentos e industrializados e ainda para a elevação do nível da exportação dos produtos agrícolas dos países em desenvolvimento (DELGADO, 2001).

Após décadas de incremento de produção pelo emprego de tecnologias intensivas no uso de energia fóssil, de insumos químicos e de recursos naturais, a produtividade agrícola passou a declinar, exigindo aportes cada vez maiores de recursos e de insumos. O uso indiscriminado de agroquímicos fez surgir resistências a pragas e doenças nas lavouras. Manejos inadequados às regiões tropicais e o excesso de adubação alteraram os níveis de matéria orgânica e dos processos microbiológicos causando a compactação, a erosão e a desertificação dos solos. A qualidade dos mananciais de água, do ar e dos alimentos também foi atingida pela contaminação de substâncias tóxicas e nocivas à saúde humana e animal (SOUZA, 2008).

Diante desse quadro, pressões direcionadas a mudanças nos padrões de produção agrícola passaram a crescer sensivelmente, motivadas por movimentos ecológicos e ambientais que em todo mundo eram favoráveis à adoção de medidas da segurança dos alimentos e da sanidade animal e vegetal.¹¹

¹¹ "No que se refere ao planejamento estratégico de desenvolvimento nacional, a produção agropecuária se relaciona a três grandes temáticas: segurança alimentar, matriz energética e sustentabilidade ambiental. Tais temas se inserem no debate do crescimento sustentável. Assim, o fornecimento de alimentos essenciais a custos competitivos, a diversificação da matriz energética com a inclusão cada vez maior do uso de biomassa e a incorporação da questão ambiental na dinâmica produtiva fazem parte de uma estratégia mais ampla de crescimento com incorporação tecnológica." (VIEIRA FILHO, 2010, p. 68).

Ao lado das pressões ambientais e sociais, emergiram ainda outros tipos de mudanças de caráter global. A recessão mundial iniciada nos anos de 1980 determinou cortes severos aos subsídios e demais tipos de proteção concedidos à agricultura. Além disso, como foi notado por Salles-Filho e Bonacelle (2010), houve uma forte redução no financiamento aos programas de pesquisa agropecuários em vários países durante esse período recessivo.

Em meio a tais circunstâncias, as atividades e as fontes de inovação na agropecuária foram profundamente afetadas, passando a operar em um ambiente marcado por cortes orçamentários, buscas por fontes alternativas de financiamento e de recursos. Nesse contexto, foi notória a aproximação entre os segmentos públicos e privados, com vistas ao cofinanciamento das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e ao compartilhamento dos riscos e dos custos cada vez maiores envolvendo a inovação.¹²

No campo regulatório, observou-se a emergência de barreiras não tarifárias no âmbito do comércio mundial dos produtos agropecuários. Para fazer frente às novas exigências sanitárias e ambientais, países exportadores de alimentos, situados na faixa tropical como o Brasil, precisaram associar às vantagens tradicionais – como disponibilidade de terras, mão de obra, insolação e água – inovações tecnológicas capazes de atender à demanda por aumento de produtividade de alimentos com maior aporte proteico como carne e grãos (SOUZA, 2008).

Embora o aumento de produtividade por área e trabalho ainda fosse buscado, Fuck et al. (2008) notaram que a qualidade, a certificação e a rastreabilidade de produtos e processos passavam a ser incorporados como meios de agregar valor, de ampliar a competitividade e de assegurar vantagens e acesso aos mercados internacionais.

A elevação da qualidade de produtos e processos agropecuários se beneficiou da emergência de novas áreas do conhecimento como a informática, a biotecnologia e mais recentemente a nanotecnologia. Esses conhecimentos afetaram profundamente os ambientes de ciência e tecnologia (C&T), reorientando, renovando e dando origem a novas trajetórias tecnológicas. Sob o influxo desses novos conhecimentos, foram introduzidas habilidades que antes não faziam parte do escopo principal de competências das organizações e empresas agrícolas. A incorporação dessas habilidades fez melhorar o desempenho e tornou-se fator de aumento de

¹² “(...) interessante é observar o contexto de evolução da produção e da produtividade da agricultura nacional, embasada não somente na expansão da fronteira agrícola e do crédito rural, mas na incorporação de novas tecnologias e inovações no campo, exigindo-se assim, um tratamento diferente de temas até então consolidados no *mainstream* e mesmo a incorporação de discussões que pouco faziam parte deste campo de estudo – como as interações entre os setores públicos e privados (especialmente no tocante ao desenvolvimento da pesquisa e da inovação) e, conseqüentemente, da repartição dos riscos e dos benefícios aí envolvidos” (FUCK et al., 2008, p.104)

competitividade indispensável para sobrevivência dessas organizações (SALLES-FILHO; BONACELLE, 2010).

Entretanto, a aquisição desses novos conhecimentos não correspondeu a um processo simples. Ainda em curso, esse processo envolve significativos gastos com aprendizado e tempo, criação e recriação de competências, não somente no campo de C&T, como também no da gestão em áreas-chave das organizações.¹³ A incorporação contínua de conhecimentos, tecnologias e *know how* à produção rural teve como consequência a valorização desses ativos agregados a produtos, processos e serviços. A respeito da importância que esses ativos vêm assumindo na pesquisa e desenvolvimento agropecuário, Carvalho, Salles-Filho e Paulino (2006) se referiram ao crescimento de um mercado intermediário de licenças e cessões de patentes, marcas, *design*, cultivares, *softwares* entre outros direitos de propriedade intelectual, indicando o crescente emprego desses ativos pelos atores dos sistemas agrícolas.

Segundo Carvalho, Salles-Filho e Paulino (2006), os direitos de propriedade intelectual em conjunto com mecanismos que regulam a circulação de conhecimentos, tecnologias e *know how* tais como contratos de parceria científica, de cooperação técnica, de transferência e licenciamentos tecnológicos, ampliam a capacidade de apropriação econômica desses intangíveis pelos agentes que participam dos sistemas setoriais de produção e inovação.

Além disso, esses mecanismos e direitos facilitam, de forma mais adequada e segura, a circulação e o compartilhamento desses ativos entre os agentes, favorecendo o acesso a conhecimentos, tecnologias e *know how* e a criação de valor nas cadeias produtivas e nos mercados agropecuários. Os ditos autores ressaltam que o emprego de cada mecanismo vai depender sempre da avaliação baseada no tipo de ativo a ser protegido, nos atores e organizações envolvidos em sua produção e difusão e do mercado ou usuários a que se destinam.

De modo geral, os direitos de autor protegem as expressões de criação intelectual presentes em artigos científicos e outras diversas formas de difusão da informação e do conhecimento. As patentes de invenção e de modelo de utilidade são empregadas na apropriação de tecnologias aplicadas a processos industriais e seus produtos,

¹³ A respeito da incorporação de conhecimentos científicos e sobretudo tecnológicos nos repertórios e rotinas das organizações Dose e Grazi (2010) observaram que as habilidades e competências adquiridas, experiência acumuladas e conhecimento pré-existente desempenham um papel-chave. A assimilação ocorre de forma associativa, cumulativa e pragmática, no sentido do aprender-fazendo, envolvendo uma síntese criativa e transformadora com base no velho e novo conhecimento. Conforme os autores, reproduzir conhecimento tecnológico envolve significativos esforços, custos e muita incerteza quanto ao sucesso final, porque adquirir capacidade tecnológica relevante, mesmo quando não protegida por barreiras como a patente, implica gasto de aprendizado e de tempo, além da difícil criação e reprodução de competências em *know-how*, gestão e organização.

inclusive de inovações biotecnológicas. Mas quando a tecnologia não atende aos requisitos legais de patenteabilidade (novidade, atividade inventiva e aplicabilidade industrial) ou quando se trata de uma invenção de fácil imitação, ela poderá ser alternativamente objeto de segredo de negócio, de acesso restrito a terceiros que se comprometem a fazer uso do segredo conforme condições estabelecidas pelo titular da invenção (PIMENTEL, 2010).

Outros tipos de mecanismos de propriedade intelectual podem ser empregados na proteção das inovações agropecuárias. O registro de desenho industrial protege a criação de caráter estético incorporada em objetos e em embalagens. Os registros de marcas conferem distinção, identidade, diferenciação e qualidade a produtos e serviços presentes nos mercados. As indicações geográficas e denominações de origem distinguem produtos e serviços pela procedência ou reputação devido a condições naturais e/ou humanas que os diferenciam perante outras. Os registros de *software* e programa de computador apresentam largas aplicações em equipamentos utilizados na agropecuária visando o processamento de dados e informações. O registro de topografia de circuito integrado protege tecnologia empregada em dispositivos de georeferenciamento, sensoriamento e rastreabilidade e o certificado de proteção de cultivar assegura propriedade intelectual sobre nova variedade vegetal (PIMENTEL, 2010).

A adoção desses direitos ou meios de apropriação pode ser feita de maneira isolada ou complementar. Por exemplo, uma invenção pode ser simultaneamente apropriada por direito de autor, patente e marca. Mas a opção pelo uso de cada mecanismo, de forma isolada ou associada, sempre vai depender, como observado, da natureza do conhecimento e da tecnologia, dos tipos de atores envolvidos e do grau de concorrência do mercado nos quais são inseridos.

Por fim, as tendências e transformações recentes que passaram a afetar a produção e os mercados agropecuários tais como padrões de sustentabilidade, exigência de qualidade e certificação, cortes nos subsídios e no orçamento de pesquisa agrícola contribuíram para configuração de um novo ambiente. Nesse ambiente, as parceiras públicas e privadas se tornaram articulações essenciais ao desenvolvimento tecnológico e a inovação na agropecuária.¹⁴

Na realização dessas parcerias, o emprego de formas de apropriação de conhecimentos e de tecnologias tem se convertido em meios cada vez mais frequentes de garantir direitos, atrair cooperação e compatibilizar interesses distintos. Nesse

¹⁴ "(...) a proteção à propriedade intelectual é um elemento central no novo regime tecnológico que vem sendo construído. Assim como ocorreu em outros setores, na agricultura o potencial de maior apropriabilidade do esforço inovativo atraiu maiores investimentos, notadamente das grandes empresas, e abriu novas oportunidades de articulações." (FUCK et al. , 2010, p.106).

contexto, a aplicação de mecanismos de propriedade intelectual e a negociação de contratos têm mediado o relacionamento que reúnem empresas, universidades, cooperativas, centros públicos de pesquisa e associações de produtores rurais.

A formação dessas redes de cooperação, com aporte mais intenso de ativos intelectuais, visa gerar novas soluções para as transformações em curso, que poderão ou não ser respondidas pelas atuais trajetórias tecnológicas, organizações, agentes e fontes de inovação. No entendimento dessas tendências a mudanças, Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) consideraram necessária a avaliação do caminho percorrido e das posições sucessivas adotadas recentemente pelas organizações ligadas às principais fontes de dinamismo da agropecuária: as indústrias situadas a montante (sementes, fertilizantes, defensivos, máquinas e equipamentos); as organizações públicas de pesquisa e universidades; as agroindústrias processadoras, situadas a jusante; as empresas prestadoras de serviços em novas áreas tecnológicas; assim como as cooperativas e associações .

A presente abordagem conceitual acerca dos processos de inovação tem como objetivo servir de subsídio para o estudo, avaliação e seleção de melhores práticas de cooperação e transferência de tecnologia que ocorre entre atores das cadeias produtivas agropecuárias com vistas ao desenvolvimento desses segmentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON, B.; LINDMARK, S.; RICKNE, A. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. **Research Policy**, n. 37, p. 407–429. 2008.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **O conceito histórico de desenvolvimento econômico**. São Paulo: FGV, 2006. (Texto de discussão, 157).

CARVALHO, S. M. P. de; SALLES-FILHO, S. L. M.; PAULINO, S. R. Propriedade Intelectual e Dinâmica de Inovação na Agricultura, **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 2, p. 315–340, 2006.

CHAMINADE, C.; EDQUIST, C. From theory to practice: the use of systems of innovation approach in innovation policy. **CIRCLE Electronic Working Paper Series**, n. 2, 2005.

DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 15, n. 43, dez. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000300013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: 02 mai. 2011.

DOSI, G.; GRAZZI, M. On the nature of technologies: knowledge, procedures, artifacts and production inputs, **Cambridge Journal of Economics**, v. 34, p. 173–184, 2010.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, n. 11, p. 147–162, 1982.

EDQUIST, C. The Systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of the art. In: DRUID CONFERENCE, 2001, Aalborg. **proceedings... Aalborg**: DRUID Society, 2001.

ENKEL, E.; GASSMANN, O.; CHESBROUGH, H. Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. **R&D Management**, v. 4, n. 39, 2009.

FREEMAN, C.; SOETE, L. O desenvolvimento e a difusão de tecnologias. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora Unicamp, 2008. p. 603–630.

FUCK, M. P.; CASTRO, A. C.; SALLES-FILHO, S.; CARVALHO, S. P. de. Catching-up no setor agrícola brasileiro: o papel das novas instituições. **Economia & Tecnologia**, v. 15, Out/ Dez, 2008.

HEISEY, P. W. ; KING, J. L.; RUBENSTEIN, K. D.; SHOEMAKER, R. **Government Patenting and Technology Transfer**. Washington: USDA, 2006. (Economic Research Report, 15).

HEKKERT, M. P.; SUURS, R. A.; NEGRO, S. O., KUHLMANN, S.; SMITS, R. E. H. M. Functions of innovation systems: a new approach for analyzing technological change. **Technological Forecasting & Social Change**, n. 74, p. 413–432, 2007.

JAFFE A. B.; LERNER J. Reinventing Public R&D: patent policy and the commercialization of national laboratory technologies. **The RAND Journal of Economics**, V. 32, n. 1, p. 167–198. 2001.

LAFORET, M. R. C. **A transferência de tecnologia de processos de produção de fertilizante organominerais**: pesquisa-ação sobre uma parceria público-privada. 2013. 192 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação) – Academia de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Rio de Janeiro.

KAGEYAMA, A. et al. O Novo Padrão Agrícola Brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, G. C. (Org.). **Agricultura e Políticas Públicas**, Brasília, DF: IPEA, 1990. p. 113–223.

LES NOUVELLES. **Washington**: Licensing Executives Society International, v. 45, n. 4, dec. 2010.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production, **Research Policy**, v. 31, p. 247–264, 2002.

NELSON, R. Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. **GLOBELICS Working Paper Series**, n. 2. 2007.

PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org). **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge Journal of Economics**, n. 34, p. 185–202, 2010.

PIMENTEL, L. O. (Org.). **Curso de propriedade intelectual e inovação no agronegócio**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Mapa; Florianópolis: UFSC, 2010.

POSSAS, M. L.; SALLES-FILHO, S. L. M.; SILVEIRA, J. M. An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: some preliminary remarks. **Research Policy**, v. 25, p. 933–945, 1996.

RUBENSTEIN, K. D. Transferring public research: the patent licensing mechanism in agriculture. **Journal of Technology Transfer**, v. 28, p. 111–130, 2003.

SALLES-FILHO, S.; BONACELLI, M. B. M. Trends in the organization of public research organizations: lessons from the Brazilian case. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 3, p.193–204, 2010.

SOUZA, A. C. de. Inovação e propriedade intelectual no agronegócio no Brasil. **Revista Política Agrícola**. v. 7, n. 2, p. 52–64, 2008.

TEECE, D. J. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, v. 15, p. 285–305. 1986.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman. 2008. 600 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário. In: GASQUES, J. C.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org). **A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 67–96.