

## **O processo de inovação tecnológica na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia: desafios e perspectivas**

**Joyce Aparecida Marques dos Santos**

**Embrapa/Fundação Pedro Leopoldo**

**Mauro Calixta Tavares**

**Professor Doutor da Fundação Pedro Leopoldo**

**Maria Celeste Reis Lobo de Vasconcelos**

**Professora Doutora da Fundação Pedro Leopoldo**

**Tarcísio Afonso**

**Professor Doutor da Fundação Pedro Leopoldo**

*A inovação tecnológica vem ganhando espaços na economia mundial. No Brasil, e em particular na agricultura, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem desenvolvido soluções agropecuárias, contribuindo para o desenvolvimento regional. Este artigo apresenta os resultados da pesquisa realizada junto à chefia, pesquisadores e representantes da Área de Transferência de Tecnologia dessa Empresa. Teve como objetivo analisar o processo de geração de tecnologias agrícolas. A pesquisa recorreu a levantamentos qualitativos e quantitativos e da obtenção de informações, por meio de questionários respondidos por 42,30% do total de pesquisadores da Embrapa Agrobiologia e 27,02% das Unidades da Embrapa representadas pelos gestores da área de transferência de tecnologia. Os resultados evidenciaram obstáculos embutidos neste processo: a diferença de percepção sobre o conceito de inovação e ausência de mecanismos para mensuração de adoção de tecnologias.*

**Palavras-chave:** *Inovação Tecnológica; Geração de Tecnologia; Setor Agropecuário.*

# The process of technological innovation at Embrapa and Embrapa Agrobiology: Challenges and perspectives

*Technological innovation has been gaining space in the global economy. In Brazil, particularly in agriculture, the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) has developed solutions for farming and cattle raising, contributing therefore to regional development. This article presents the results of a research conducted with managers, researchers and representatives in the Field of Technology Transfer of Embrapa which aimed to analyze the technology generation process. The research drew on qualitative and quantitative researches. The results showed difficulties within this process: the difference in perception of the concept of innovation and the lack of mechanisms for measuring the adoption of technologies*

**Keywords:** Technology Innovation; Technology generation; Farming and cattle raising sector.

Recebido em 06.04.2012 Aceito em 10.12.2012

## 1 Introdução

O desenvolvimento das nações, de acordo com Drucker (1994), está diretamente relacionado com suas inovações, quer estas sejam em produtos, processos ou serviços. Essa constatação é compartilhada por Sachs (2000), para quem o fim da Guerra Fria trouxe, também, o fim das antigas divisões ideológicas. Estas foram substituídas pela natureza tecnológica, mais precisamente pela capacidade de inovação das nações.

Na agricultura brasileira, de acordo com Silva (1990), o progresso tecnológico vem sofrendo modificações substanciais. Decorrem do emprego de novas formas de produção e, principalmente, da crescente adoção de novas técnicas oriundas do processo de inovação tecnológica.

A partir da década de 1990, o agronegócio brasileiro tem se comportado como um sistema produtivo altamente competitivo e eficiente. Tem participado expressivamente do valor do Produto Interno Bruto (PIB), representando 21,78% do PIB, em 2010, e 22,74%, em 2011 (CEPEA, 2012), e no ajuste da balança comercial do Brasil, conforme Cribb (2004). Em razão da importância da tecnologia no crescimento econômico, as empresas agroindustriais, de acordo com Wang e Chien (2007), têm-se encontrado em uma posição de permanente necessidade

por recursos tecnológicos, necessários ao enfrentamento dos desafios da competição internacional. Frente a esta realidade, existem no Brasil, assim como em outros países, organizações públicas de pesquisa e desenvolvimento, para assistir científica e tecnologicamente as empresas agroindustriais. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), criada em 26 de abril de 1973, se destaca.

Dada a preocupação com a promoção do crescimento econômico, por meio do desenvolvimento tecnológico no setor agropecuário, a Embrapa investiu na criação de sua própria política de gestão da inovação e traçou estratégias para proteger o direito de propriedade intelectual sobre as criações geradas, no âmbito de seus projetos de pesquisa. Além da participação em recursos orçamentários disponibilizados pela União, a empresa mantém seu próprio programa de financiamento de pesquisas denominado Macroprograma, contemplando investimentos em pesquisa básica e aplicada, segundo a Embrapa (2009).

A Embrapa Agrobiologia, Centro de Pesquisa de Temas Básicos da Embrapa, é uma das unidades descentralizadas da Embrapa e desenvolveu muitas tecnologias, dentre as quais podem ser destacadas os inoculantes<sup>1</sup> para leguminosas e não leguminosas, técnicas para recuperação de áreas degradadas, utilização de capim como fonte alternativa de energia, entre outras. Atualmente, está trabalhando no inoculante para a cana de açúcar e o para milho e no desenvolvimento de um polímero que substituirá a turfa<sup>2</sup>. Este serve como veículo para o inoculante, um produto capaz de promover a fixação biológica de nitrogênio, aumentar a produtividade e reduzir custos com compostos nitrogenados, sem danificar o ambiente e o solo (EMBRAPA, 2010).

Frente aos fatos de que os estudos feitos nas empresas de pesquisa agropecuária de um país constituem fonte de rico potencial de tecnologia nova e capaz de contribuir efetivamente para seu desenvolvimento, surgem, contudo, dúvidas quanto à forma como a inovação ocorre nessas empresas. Para tal, este artigo procura responder a seguinte pergunta de pesquisa: Como se dá o processo de geração de tecnologias desenvolvidas pela Embrapa e a Embrapa Agrobiologia?

Com o objetivo de analisar o processo de geração de tecnologias na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia, este artigo, em sua primeira parte, aborda, no referencial teórico, o conceito de inovação tecnológica, os tipos e modelos de inovação e a inovação tecnológica na agricultura. A seguir, descrevem-se os procedimentos metodológicos e, na sequência, caracteriza-se o processo de geração de tecnologias na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia e, por último, são apresentadas as considerações finais.

---

<sup>1</sup> Material contendo bactérias fixadoras de nitrogênio, chamadas rizóbios, que, quando em contato com as raízes das leguminosas, induzem à formação de pequenas bolinhas, chamadas de nódulos. Esses nódulos são capazes de aproveitar o nitrogênio do ar, um dos nutrientes mais importantes para as plantas.

<sup>2</sup> Composto por mais de 70% de matéria orgânica, a turfa é resultado da semi decomposição de produtos vegetais, cujo processo ocorre em áreas alagadiças, em intervalos de tempo que variam entre 6.000 e 10.000 anos.

## 2 Referencial teórico

A seguir, conceitua-se a inovação tecnológica, descrevem-se os tipos e modelos de inovação e discorre-se sobre a inovação tecnológica na agricultura, mercado alvo de atuação da EMBRAPA.

### 2.1 Conceito de inovação tecnológica

A inovação, dependendo do contexto em que é analisada, pode assumir diferentes significados. Pode abranger processos, serviços e produtos. Em nível do mercado, pode ser definida como qualquer modificação percebida pelo consumidor, até mesmo quando o produto não sofre nenhum tipo de alteração física. Já na área produtiva, a inovação constitui-se na introdução de novidades materializadas em produtos, processos ou serviços, que podem ser completamente novos ou apenas modificados. Segundo Barbieri (1997), as inovações podem ser pioneiras ou absolutas ou constituírem novidades relativas.

Lemos (1999) concebe a inovação como um processo de aprendizado interativo, que requer intensas relações entre diferentes agentes. Sáenz e García Capote (2002), por sua vez, definem a inovação como um processo baseado na integração de conhecimentos novos e de outros existentes. De ambos resultam produtos, processos, sistemas ou serviços, novos ou melhorados. Envolve várias etapas, partindo da ideia inicial até o desenvolvimento do produto ou processo e seu lançamento no mercado, quando relacionado ao produto, conforme Tomael, Alcará e Di Chiara (2005).

Para Schumpeter (1961), a inovação tecnológica inclui produtos e processos, assim como a abertura de novos mercados, a conquista de novas fontes de suprimento de matéria-prima e reestruturação organizacional. Esse autor popularizou o termo *Destruição Criativa*, como fator essencial ao capitalismo, tendo como principal protagonista o empresário inovador. Dosi (1988) reforça a proposição de Schumpeter (1961), ao afirmar que a inovação tecnológica está diretamente relacionada com a descoberta, com o desenvolvimento, com a experimentação e com a adoção de novos produtos, processos e estruturas organizacionais.

Rogers (1995), por sua vez, apresenta uma percepção distinta. Define a inovação como uma ideia ou objeto, que é percebido como algo novo por um indivíduo. Barbieri e Álvares (2005) concordam com Rogers (1995), Schumpeter (1961) e Dosi (1988). Para todos esses autores, a inovação tecnológica é tida como a introdução de uma invenção ou novidade de caráter tecnológico. Abrange produtos e processos que incorporem novas soluções técnicas.

Para que a invenção se transforme em inovação, é preciso que o mercado a aceite. A partir dessa constatação, as inovações tecnológicas se incorporam ao binômio tecnologia-mercado. Este é o árbitro final a que todo o processo de inovação será julgado, conforme menção de Barbieri e Álvares (2005).

Na percepção de Dosi (1988), a inovação tecnológica tem origem na necessidade de solução de um problema que os conhecimentos, até então existentes e gerados pela pesquisa, ainda não conseguiram resolver. Já para Carayannis e Roy (2000), a inovação consiste em uma resposta a uma demanda de mercado e não necessariamente a um problema. É uma espécie de *feedback* dado pela pesquisa às sinalizações fornecidas pelo mercado potencialmente consumidor. Saénz e García Capote (2002) complementam, destacando que a inovação deve se originar de uma combinação de necessidades sociais e das demandas do mercado, com o meio científico e tecnológico.

Apesar das diversas propostas de conceituar a inovação tecnológica, a definição mais utilizada é a do Manual de Oslo (2011)<sup>3</sup>. No manual, as "Atividades de inovação TPP são todas as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que de fato levam, ou pretendem levar, à implantação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou aprimorados" (MANUAL DE OSLO, 2011, p. 23). Essas etapas, conforme mencionadas, conduzirão a tipos e modelos de inovações diferentes de inovações.

## 2.2 Tipos e modelos de inovação

A inovação pode tratar-se de um processo complexo que nasce da interação entre agentes relacionados à pesquisa, como departamentos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), centros de pesquisa, universidades e agentes, como empresas privadas e instituições financeiras, conforme Archibugi, Howells e Michie (1999). Faz parte de um arranjo sistêmico, interativo, que não obedece a uma suposta linearidade que interliga ciência, tecnologia e mercado (MELHADO, 2005).

Apesar de usar nomenclaturas distintas, Barbieri (1997), Dosi (1990), Schumpeter (1975), Tidd, Bessant e Pavit (2001) classificam as inovações como radicais ou incrementais. Para Schumpeter (1961), as inovações radicais são responsáveis pelas grandes revoluções tecnológicas que rompem com o passado. As incrementais são mudanças significativas, mas não rompem com o passado. Normalmente ocorrem com maior frequência, provocando modificações graduais no funcionamento econômico.

Volti (1995) classifica a inovação em quatro níveis: modificação tecnológica (consiste no desenvolvimento gradual de tecnologias existentes); hibridização tecnológica (combinação de novas tecnologias existentes); mutação tecnológica (transformação de tecnologia para outra

---

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/manual\\_de\\_oslo.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2011. O Manual de Oslo é o resultado de um processo colaborativo de três anos, que envolveu o Grupo de Trabalho de Especialistas Nacionais da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) em Indicadores de Ciência e Tecnologia (OECD Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators - NESTI) e o Grupo de Trabalho do Eurostat em Estatísticas de Ciência e Tecnologia (Eurostat Working Party on Science, Technology and Innovation Statistics - WPSTI), assim como vários outros especialistas externos. Este manual oferece diretrizes para a coleta e a interpretação de dados sobre inovação de maneira internacionalmente comparável.

forma ou propósito); e domínio e criação de tecnologias (implica em transcendência da tecnologia e da dependência de pessoas).

Já segundo Rothwell (1994), Santana (2005), Pacagnella Jr. (2006) e Sistema Mineiro de Inovação (SIMI, 2008), a inovação pode ter origem em vários modelos, dentre os quais se destacam a inovação empurrada pela tecnologia e a inovação puxada pelo mercado. Estes constituem modelos lineares e, também, são denominados de *technology push* e *market pull*, respectivamente.

Os modelos lineares foram propostos a partir do fim da Segunda Guerra Mundial e dominaram o pensamento sobre inovação por três décadas, conforme Grizendi (2006). No entanto, esses modelos se mostraram limitados, ao se constatar que os investimentos em P&D não levavam, necessariamente, ao desenvolvimento tecnológico e, tampouco, ao sucesso econômico do uso da tecnologia. Diante disso, surgiram os modelos não-lineares ou interativos. Estes partem do pressuposto de que o processo de inovação deriva das múltiplas formas do relacionamento entre a pesquisa e a atividade econômica, e o processo de inovação é entendido como interativo e multidirecional, conforme Furtado e Freitas (2004).

Nessa nova perspectiva, Rothwell (1994) cita mais três modelos de inovação, a saber: modelo composto, modelo integrado e modelo de redes. Já Furtado e Freitas (2004), Viotti e Macedo (2001) e Nuchera, Serrano e Morrote (2002), além dos modelos lineares, defendem a existência dos modelos de inovação interativa ou elo de cadeia; modelo misto; modelo integrado ou paralelo; e o modelo sistêmico. Outros conceitos mais recentes são a inovação aberta (*open innovation*) (CHESBROUGH, 2006) e inovação *soft* (STONEMAN, 2010). A inovação aberta tem ocupado posição de destaque e parte do princípio de que as empresas precisam transferir para o mercado todas as inovações que não utilizam e identificar nele, outras que podem ser incorporadas a sua estrutura organizacional e produtiva.

Apesar dos diversos modelos propostos para o processo de inovação tecnológica, cabe ressaltar que o sucesso e a melhora nos processos de auto-organização dos sistemas de inovação consistem na busca de múltiplos corpos de conhecimento – sejam de origem científica, tecnológica ou de mercado. A compreensão da contribuição destes vários blocos de conhecimento não vem apenas dos recursos internos, mas, também, dos conhecimentos e tecnologias geradas externamente (NUCHERA, SERRANO, MORROTE, 2002).

## **2.3 Inovação tecnológica na agricultura**

As tecnologias desenvolvidas no âmbito agrícola são o reflexo das necessidades do mercado que, cada vez mais, demanda soluções eficientes e complexas. Sendo assim, o processo de inovação tecnológica, na agricultura, volta-se preferencialmente para a produção de resultados

concretos que visam à transformação tecnológica do setor agrícola e o crescimento econômico, conforme Gastal (1988).

A inovação tecnológica na agricultura, assim como na grande maioria das demais cadeias produtivas, é essencialmente incremental. Seu início remete aos primórdios da atividade agrícola, há cerca de 10 mil anos (MELO, 2008).

A inovação tecnológica na agricultura leva em consideração um grande número de fatores e atores da cadeia produtiva. Consolida-se na medida em que os métodos de pesquisa levam em consideração as necessidades dos consumidores finais e associam a elas questões como preservação ambiental, uso racional dos recursos, relação custo benefício das tecnologias, aplicabilidade e potencial de adoção. Em função das novas configurações da economia mundial e nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) realizou uma revisão no conceito da agroinovação e a definiu, como sendo...

[...] uma novidade ou aperfeiçoamento agrícola de produção e distribuição de suprimentos, de operações de produção, de armazenamento, processamento e distribuição de produtos e itens produzidos a partir deles, introduzidos no mercado, onde os consumidores buscam a satisfação das suas necessidades e desejo. É algo novo explorado no agronegócio (MAPA, 2009, p. 68).

De acordo com Silva (1990), o progresso tecnológico na agricultura apresenta algumas particularidades. Entre essas, as que estão associadas a fatores determinantes da produtividade do trabalho na agricultura, como os fatores naturais (tipo de solo, topografia, clima, etc.) e os fatores fabricados (máquinas, equipamentos e meios de produção em geral). Esse tipo de progresso constitui fator de diferenciação entre a agricultura dita tradicional e a considerada moderna.

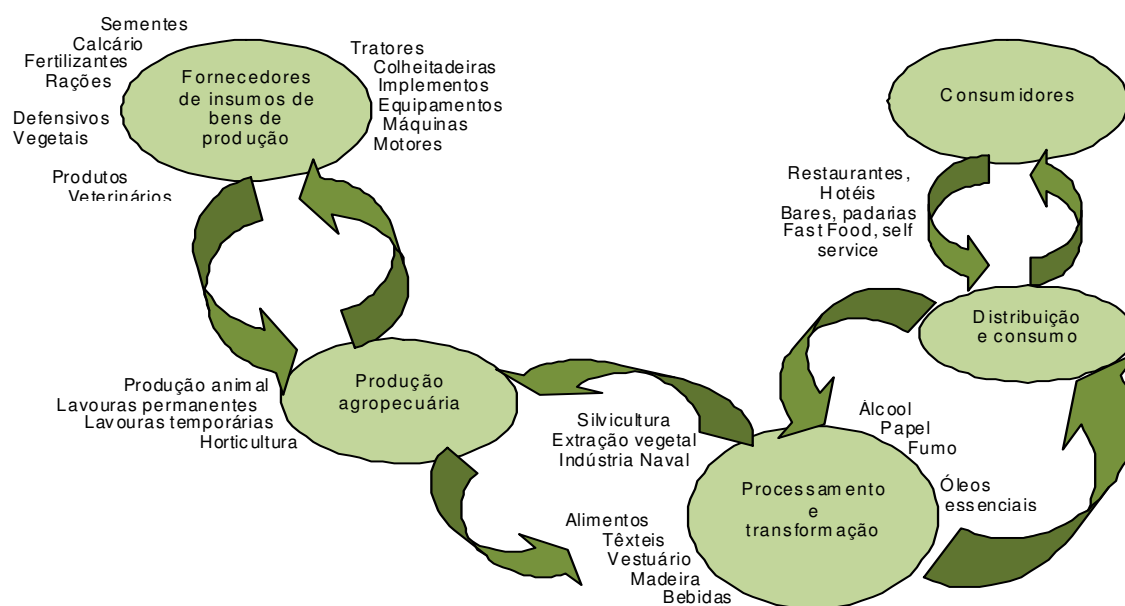
Já Alves (1989) afirma que é possível destacar três grupos gerais de tecnologia na agricultura. No primeiro, estão os fertilizantes, a irrigação, sementes e animais de elevada resposta a insumos modernos, técnicas de conservação de solos, etc. No segundo grupo, estão as máquinas e equipamentos, técnicas de administração, tecnologias biológicas, que facilitam a mecanização e os herbicidas. Já no terceiro e último grupo, estão as tecnologias que evitam desperdícios que ocorrem entre a fazenda e o consumidor, em consequência do transporte, armazenamento e passagem do tempo.

Silva (1990) destaca duas formas de inovação tecnológica na agricultura, a saber: as inovações biológicas e as inovações agrônomicas. Nas inovações biológicas, o homem interfere nas forças da natureza, por meio do melhoramento de variedades de determinadas plantas ou por meio do melhoramento genético de animais. E, nas inovações agrônomicas, o homem cria e experimenta novos procedimentos, métodos e práticas culturais, como novas formas de plantio, rotação de culturas,

sistema de manejo de solos, entre outros, o que não implica, necessariamente, em novos insumos ou produtos.

Estudos mais recentes sobre a agroinovação apontam um crescimento significativo nas possibilidades de inovar no agronegócio, uma vez que considera toda a cadeia produtiva. Essas inovações envolvem o atendimento de fornecedores de insumo, produção agropecuária, o processamento e transformação de produtos, a distribuição e consumo, até chegar ao cliente final (MAPA, 2009). Para cada um destes elementos da cadeia produtiva existe uma série de inovações que podem ser desenvolvidas, conforme discriminado na FIG.

1.Figura 1 – Agroinovação na cadeia produtiva



Fonte: MAPA (2009, p. 68).

Em síntese, o processo de inovação tecnológica, na agricultura, deve ser visto e compreendido como elemento associativo dos meios de produção. É utilizado com o intuito de contribuir positivamente para elevação da capacidade produtiva de quem a utiliza. Neste sentido, Rosa Neto (1995) afirma que as instituições de pesquisa governamentais devem desenvolver projetos que estejam em consonância com a realidade dos segmentos para os quais sua pesquisa é direcionada. Além disso, afirma que o processo de inovação tecnológica a ser desenvolvido requer a utilização de técnicas e instrumentos, que possibilitem o atendimento de seus diversos públicos. Devem, ainda, resultar em tecnologias, produtos e processos, cuja utilização resulte, efetivamente, em ganhos para a agricultura e para o agronegócio.

### 3 Metodologia



O presente artigo pode ser definido como um estudo que reúne características exploratórias e descritivas. Fez-se o uso da triangulação metodológica, utilizando-se, em um único estudo, os métodos quantitativos e qualitativos de coleta de dados, materializados em questionários e entrevistas.

Os elementos que constituem o universo da pesquisa possuem como elemento comum a atuação no processo de geração e/ou transferência de tecnologias, dividido em três subpopulações distintas, caracterizadas pelos: a) pesquisadores da Embrapa Agrobiologia; b) representantes da área de transferência de tecnologias da Embrapa; e c) representantes da chefia de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Agrobiologia.

A primeira subpopulação ficou composta por 26 pesquisadores, dos quais 11, representando 42,30% do total, colaboraram respondendo aos questionamentos. A segunda subpopulação ficou composta por representantes de 37 Unidades Descentralizadas, dos quais 10, representando 27,02% do total, colaboraram respondendo aos questionamentos. Por fim, a terceira subpopulação, caracterizado pela chefia de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Agrobiologia e representada pelo chefe de P&D e seu substituto, foi composta por dois profissionais, dos quais um participou da pesquisa.

Cabe ressaltar que, nas duas primeiras subpopulações, optou-se pela utilização de questionários; na terceira subpopulação, a escolha foi pela entrevista, por ter apenas uma pessoa como participante.

Após a coleta de todos os dados primários, os mesmos foram organizados e analisados, qualitativa e quantitativamente. Para a análise qualitativa, recorreu-se à análise de conteúdo. Holsti (1969) e Krippendorff (1980) consideram-na adequada para categorizar e analisar um grande volume de material, em um conjunto de categorias de conteúdo. Tais categorias se formam a partir dos dados coletados, adequando-os aos objetivos da pesquisa. Para os dados quantitativos, utilizou-se a estatística descritiva, com a utilização do Programa SPSS, versão 11, para Windows, versão 98.

## **4 Apresentação e discussão dos resultados**

Por meio da pesquisa, foi possível constatar que na Embrapa, os projetos de pesquisa têm origem em demandas diversas. Podem ser destacadas: as de mercado; as da Embrapa e/ou da Unidade de Pesquisa; as inquietações do pesquisador; demandas do governo, entre outras. Segundo representantes da área de transferência e tecnologia da Embrapa, até 40% das pesquisas desenvolvidas na Unidade, têm origem nas demandas do mercado, outras 40% são resultados de demandas apresentadas pela da Embrapa e/ou pela Unidade de Pesquisa. No entanto, 70% dos respondentes afirmaram que até 40% das pesquisas são resultados das inquietações pessoais dos pesquisadores.

Na Embrapa Agrobiologia, todos os pesquisadores afirmaram que o governo é responsável por até 40% das demandas de pesquisa, outros

90% compartilham a opinião de que as inquietações do pesquisador e as demandas da Unidade de Pesquisa determinam até 40% dos projetos e, ainda, 9,1% mencionaram o mercado como norteador da maioria dos seus projetos.

A Chefe de P&D da Embrapa Agrobiologia, quando questionada sobre as origens dos processos de inovação e dos projetos de pesquisa desenvolvidos, reconheceu essa diversidade. Segundo ela, a Unidade tem um grupo de pesquisadores mais ligado nas demandas do mercado e nas demandas apresentadas pela empresa. Esse grupo busca desenvolver novas ideias, em consonância com as linhas de pesquisa e áreas que a empresa e a sociedade reconhecem como importantes, mas, que, *“aparentemente, as inovações derivam mais das inquietações do pesquisador”*. Completou, dizendo que acredita que as inovações radicais só ocorrem quando o pesquisador trabalha suas inquietações e que esta forma de trabalho tem relação com o ócio criativo, reforçando a ideia de que pesquisador não pode ser engessado. Na sua fala: *“ele precisa ter um tempo para jogar conversa fora, uma vez que é nesse momento que as ideias fluem”*.

Ao comparar os resultados obtidos junto aos pesquisadores, aos representantes das áreas de transferência de tecnologias da Embrapa e a Chefe de P&D da Embrapa Agrobiologia, verifica-se que as demandas e suas influências nos projetos de pesquisa se equivalem em todas as Unidades Descentralizadas. Buscando-se o suporte teórico para uma análise comparativa destes resultados com os modelos de inovação tecnológica descritos por Dosi (1988), Grizendi (2006), Sistema Mineiro de Inovação (SIMI, 2008), Vioti e Macedo (2001), Furtado e Freitas (2004), Nuchera, Serrano e Morrote (2002) e Pacagnella Jr. (2006), pode-se dizer que, tanto a Embrapa quanto a Embrapa Agrobiologia, partem de inquietações pessoais para gerar suas inovações e não do mercado, como recomendado no modelo mais avançado do processo de geração de tecnologias.

Quando questionados sobre o público alvo das tecnologias geradas na Unidade, 54% dos pesquisadores afirmaram que mais de 60% de suas pesquisas são direcionadas aos pequenos agricultores e 50% disseram que, aproximadamente, 30% das pesquisas são voltadas para a indústria. Isso reforça a ideia de que a Embrapa Agrobiologia usa um modelo linear de inovação e mais próximo do *“technology-push”*, proposto ao final da Segunda Guerra Mundial, e que perdurou até a metade dos anos 60. Neste modelo, a pesquisa é desenvolvida para o mercado, mas sem considerar suas necessidades.

A ocorrência e o processo de inovação tecnológica dependem de um ambiente propício, assim como alto grau de aproximação entre a pesquisa científica e o setor empresarial. Nesse sentido, a adoção de um modelo linear, no processo de geração de tecnologias, pode ter origem na pouca proximidade existente entre os pesquisadores e o setor empresarial e/ou os clientes finais das tecnologias desenvolvidas.

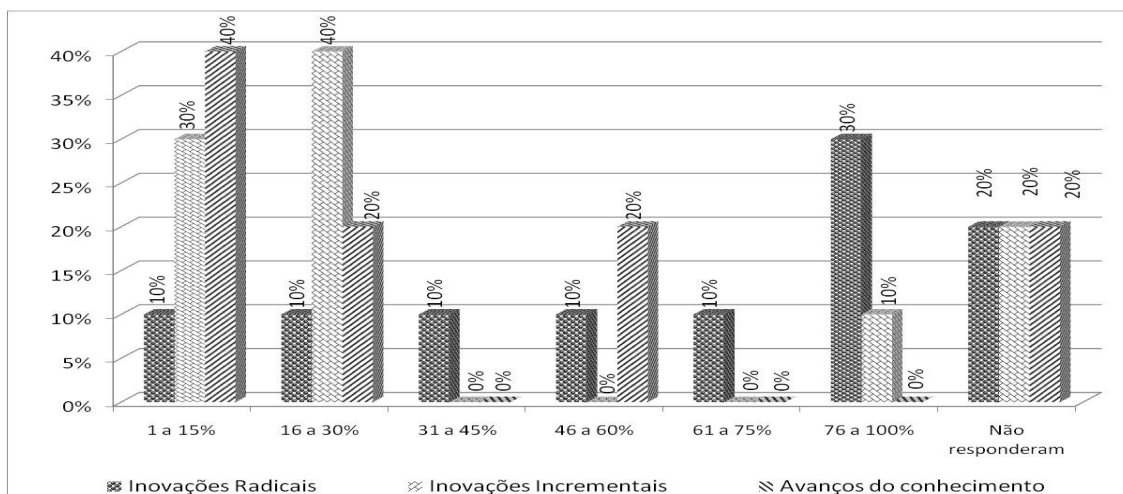
Partindo desse pressuposto, apesar da Embrapa e da Embrapa Agrobiologia seguirem um modelo linear de geração de tecnologias, a empresa está mais próxima do modelo de inovação denominado *market-pull*, descrito por Freeman, Wicks e Parmar (2004) e por Santana (2005). Segundo esse modelo, as tecnologias são desenvolvidas para o mercado, mas tendo como base as suas necessidades. No entanto, de acordo com Pacagnella Jr. (2006), é recomendável que as empresas, independente do segmento que atuam, adotem um modelo sistêmico de inovação. Proposto por Vioti e Macedo (2001), este modelo traz a ideia de que as empresas não conseguem inovar sozinhas, mas em um contexto de relações diretas e indiretas com esferas micro e macroeconômicas, nacionais e internacionais, bem como com empresas públicas e privadas.

Em relação ao número de tecnologias finalizadas anualmente nas unidades descentralizadas, 90% dos representantes das áreas de transferência de tecnologia da Embrapa afirmaram que esse número não ultrapassa cinco. Já na Embrapa Agrobiologia, de acordo com a Chefe de P&D, são produzidos, em média, entre cinco e dez resultados finalísticos por ano.

Foi possível constatar que o tempo médio necessário para gerar uma tecnologia, produto ou processo inovador, de acordo com 18% dos pesquisadores, varia de um a três anos. Outros 36% disseram que o tempo médio varia de três a cinco anos, e os 46% restantes indicaram a necessidade de mais de cinco anos para obtenção de inovações.

As inovações, de acordo com o Manual da Oslo (2011), podem ser classificadas em função da sua abrangência e do grau de novidade que embutem. No que se refere ao tipo de inovação embutida nas tecnologias, produtos e processos desenvolvidos, como pode ser visto no GRÁF. 1: 30% dos representantes das áreas de transferência de tecnologia afirmaram que de 76 a 100% das tecnologias geradas são radicais; 70% mencionaram que até 30% das tecnologias são incrementais; e 60% classificaram os resultados das pesquisas da Unidade de Pesquisa na qual atuam, como avanços do conhecimento.

## **Gráfico 1 - Caracterização das inovações geradas nas Unidades Descentralizadas**



Fonte: Dados de pesquisa.

A Chefe de P&D da Embrapa Agrobiologia, quando questionada sobre a proporção de tecnologias radicais e incrementais, afirmou que as inovações radicais no meio científico são mínimas. Disse, também, que, na Embrapa Agrobiologia, todas as tecnologias que estão sendo desenvolvidas são incrementais. Em sua visão, o Centro de Pesquisa conseguiu produzir, ao longo de seus anos de existência, apenas uma inovação radical, na década de 60, quando a Dr<sup>a</sup> Johanna Dobreiner<sup>4</sup> descobriu a FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio) em gramíneas. De acordo com a entrevistada, naquela época...

[...] muitos conheciam a FBN em leguminosas, por conta do nódulo. Essa estrutura já era conhecida e já se podia fazer inoculantes. Mas ninguém imaginava que outros grupos de plantas, não leguminosas, pudessem aproveitar também dessa associação com bactérias diazotróficas. Esse foi o único momento de inovação radical. Foi o momento de virada do Centro.

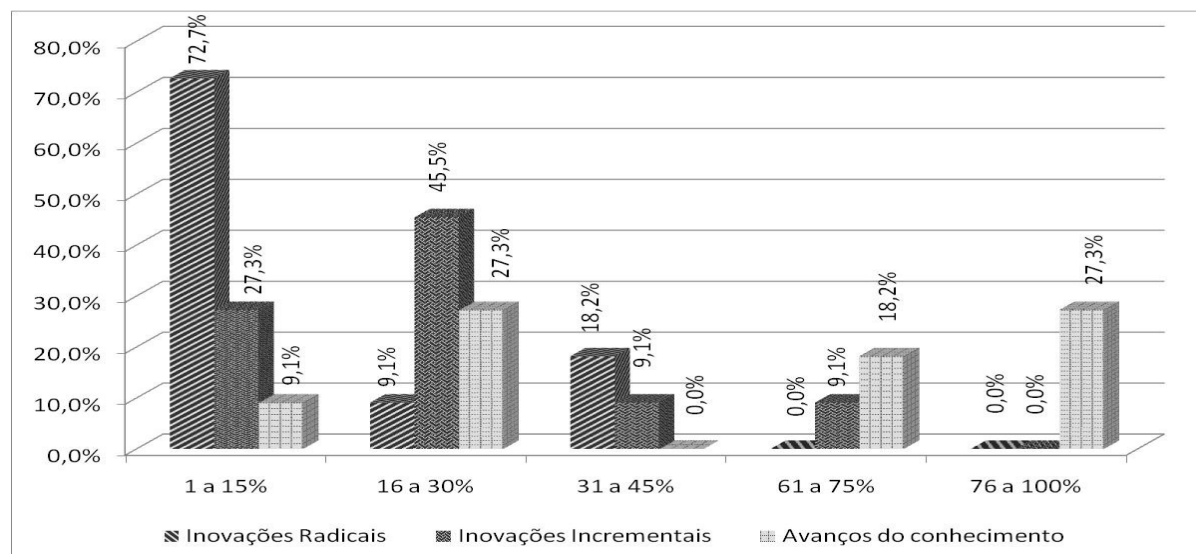
Tamanho a importância dada a essa descoberta que a pesquisadora, fundadora do Centro de Pesquisa em Agrobiologia, Dr<sup>a</sup> Johanna Dobreiner, recebeu vários prêmios, inclusive a indicação para o Prêmio Nobel de Química, em 1999, segundo a Chefe de P&D. Desde então, praticamente todas as inovações desenvolvidas pela Unidade são incrementais. Disse que a Unidade “vem dando desdobramentos em cima do que já existe, tornando os processos mais eficientes”. Citou o exemplo dos inoculantes desenvolvidos pelo Centro de Pesquisa e do polímero. Inicialmente, pensou-se no inoculante para cana e que depois veio da ideia de fazer um para milho. No caso do uso do polímero como veículo de inoculação, os pesquisadores da Embrapa já tinham conhecimento de outras bases poliméricas. “O que se fez foi pegar o que já existia e tentar usar na produção do inoculante”.

<sup>4</sup> Pesquisadora Alemã pioneira nos estudos sobre Fixação Biológica de Nitrogênio.

Apesar de reforçar que as tecnologias desenvolvidas pelo Centro de Pesquisa são essencialmente incrementais, a entrevistada afirmou que em todos os casos, existem avanços do conhecimento. Avanços muito significativos, mas que não se consolidam como inovações radicais e reforçou a ideia de que, na ciência como um todo, as inovações radicais são muito inferiores, em número, às inovações incrementais.

Já entre os pesquisadores, mais de 70% afirmaram, como mostra o GRAF. 2, que as inovações radicais representam entre 1 e 15% das tecnologias geradas; que as inovações incrementais equivalem a, no máximo, 30% das tecnologias, produtos e processos desenvolvidos; e, ainda, que o avanço do conhecimento corresponde a mais de 70% dos resultados de pesquisa.

Gráfico 2 – Caracterização das inovações geradas na Embrapa Agrobiologia



Fonte: Dados de pesquisa.

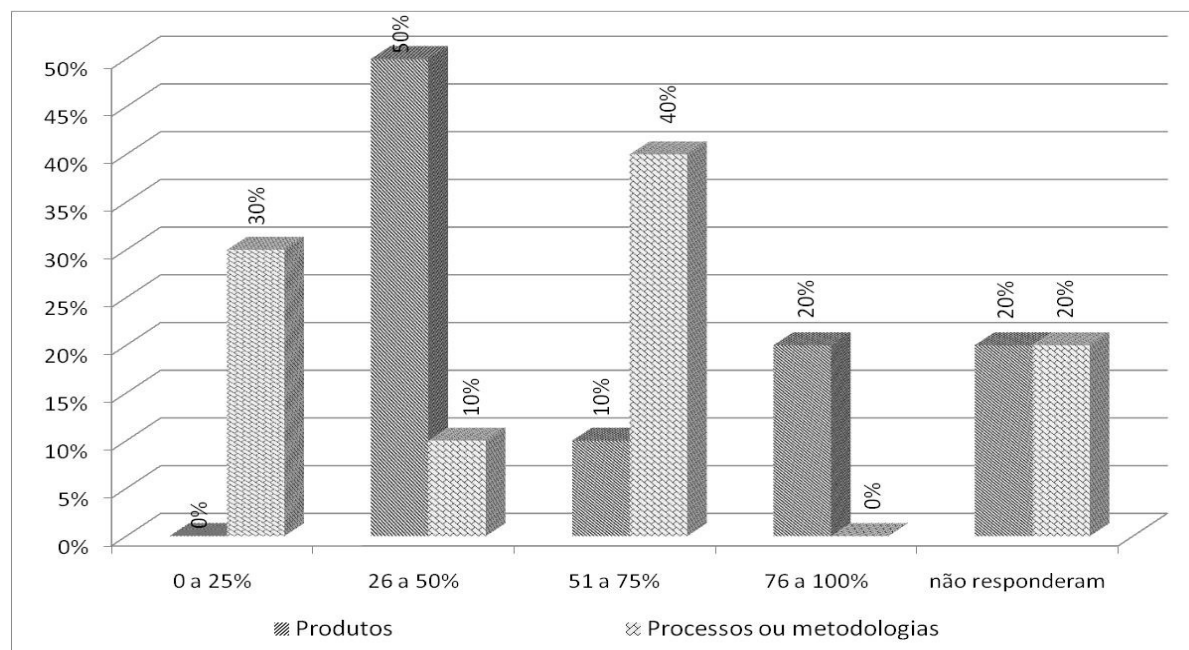
Ao avaliar o alto índice de tecnologias radicais indicadas pelos representantes das áreas de transferência de tecnologia, é possível inferir que existe uma probabilidade dos mesmos estarem equivocados e/ou desconhecem o conceito de inovação radical. Já que, conforme Melo (2008), a inovação tecnológica na agricultura e na grande maioria das demais cadeias produtivas é essencialmente incremental. Já os pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, apontaram um quantitativo pequeno de inovações radicais, compatível com o proposto por Melo (2008) e a Chefe de P&D, apresentou percepção e exemplos sobre a

inovação radical na Embrapa Agrobiologia muito semelhantes ao conceito proposto por Schumpeter (1988) e Dosi (1990). Para esses autores, a inovação radical é caracterizada como causadoras de grandes revoluções tecnológicas que rompem com o passado.

O entendimento e os exemplos de inovações incrementais apresentados pela Chefe de P&D como frequentes, nas atividades da Embrapa Agrobiologia, pactuam com o conceito proposto Henderson e Clark (1990), em que as inovações incrementais são definidas como evoluções pequenas no conteúdo e/ou arquitetura, proporcionando, por meio da curva de aprendizagem, uma melhoria contínua nas inovações já existentes.

Ao questionar os responsáveis pelas áreas de transferência de tecnologia, sobre o tipo de inovações geradas pela pesquisa, como pode ser visto no GRAF. 3, 50% deles afirmaram que até 50% das tecnologias são caracterizados como produtos e 40% deles afirmaram que mais de 50% das tecnologias geradas são classificadas como processos ou metodologias.

Gráfico 3 - Proporção de produtos e processos ou metodologias



Fonte: Dados da pesquisa.

Os pesquisadores da Embrapa Agrobiologia sinalizaram para uma predominância de avanços do conhecimento. Já a Chefe de P&D admitiu que não tinha as informações referentes à proporção de produtos e processos/metodologias descritas de forma organizada. Afirmou acreditar que a maioria das inovações da Unidade eram caracterizadas como processos. Citou como produtos finalizados da Unidade, o inoculante para feijão caupi, moirão vivo, RAD com leguminosas inoculadas e com rizóbios

e reforçou que poucas inovações realmente viraram produtos. Afirmou que os processos são freqüentes nas pesquisas de Agricultura Orgânica. Citou como exemplos a adubação verde, cobertura viva, cobertura morta, consórcios, entre outras. No entanto, disse que, tanto no caso dos produtos quanto nos processos, a Unidade não sabe se as inovações estão realmente sendo usadas, que não é possível saber o quanto dessas tecnologias foram efetivamente transferidas.

Quanto ao público-alvo das tecnologias geradas pela Unidade, a Chefe de P&D informou que a Unidade se divide entre produtores e a indústria de inoculante. Disse, também, que algumas linhas de pesquisa têm foco no produtor, em especial a Agricultura Orgânica e Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), e que as demais linhas atendiam diretamente a indústria.

Já 54,5% dos pesquisadores afirmaram que mais de 60% das tecnologias desenvolvidas pela Unidade são direcionadas para os pequenos produtores, 27,3% disseram que até 30% das inovações são voltadas para a indústria e 9,1% mencionaram que as inovações são direcionadas para auxiliar a formulação de políticas públicas.

Para finalizar, quando questionada sobre o potencial inovador da Embrapa Agrobiologia, a Chefe de P&D mencionou que essa avaliação deveria ser feita sob a perspectiva de dois conceitos de inovação. Um deles, adotado pela Embrapa, diz que a inovação só ocorre quando a tecnologia chega de alguma forma ao setor produtivo e/ou ao mercado consumidor e o outro considera a inovação como um fim, em si mesma.

Levando em consideração o segundo conceito, na perspectiva da entrevistada, a Embrapa Agrobiologia caracteriza-se como centro inovador. Possui uma equipe cheia de ideias e de propostas para o desenvolvimento de novos projetos de pesquisa. No entanto, sob a ótica de que a inovação, para ser efetiva, deve chegar ao mercado, também defendida por Rogers (1995), Schumpeter (1961), Dosi (1998) e Barbieri e Álvares (2005), a Unidade, segundo a Chefe de P&D, ainda é muito limitada em inovação, uma vez que o número de tecnologias efetivamente transferidas ao mercado é muito pequeno.

## **5 Considerações finais**

Retomando as análises comparativas entre o referencial teórico e os resultados obtidos, por meio de entrevistas e questionários junto à chefia de P&D, os pesquisadores da Embrapa Agrobiologia e os representantes das áreas de transferência de tecnologia das unidades descentralizadas da Embrapa, foi possível identificar algumas características marcantes do processo de geração de tecnologias na empresa.

Verificou-se que, como parte significativa das tecnologias desenvolvidas inicia-se das inquietações pessoais dos pesquisadores, sem qualquer consulta prévia ao mercado potencial consumidor, que o processo de inovação da empresa se enquadra em uma proposta linear. Tal modelo é, em parte, justificável: nem sempre o mercado está em

condições de responder sobre o eventual impacto de determinado tipo de inovação. Contudo, a permanência da utilização plena desse modelo de inovação pode ser fator limitante ao papel da Embrapa, na sociedade brasileira. Como proponente e promotora de soluções tecnológicas que assegurem o crescimento da agricultura nacional, precisa atentar para, pelo menos, dois intervenientes: nem sempre as inquietações dos pesquisadores traduzem, com efetividade, as necessidades do mercado; o maior nível de risco, quanto às suas possibilidades de aceitação, por sua não assimilação pelo mercado alvo.

A maioria das inovações desenvolvidas pela Embrapa e pela Embrapa Agrobiologia pode ser considerada incremental. Na perspectiva das possibilidades de inovação e na perspectiva do mercado, pode-se considerá-la como o mais usual na ocorrência da maioria das inovações: por sua maior facilidade de ocorrência, já que depende menos da "*disrupção dos hábitos e das práticas*"; e, na perspectiva do mercado, por sua maior facilidade de adoção, uma vez que permite uma comparação pontual com o que estava sendo feito, como, por exemplo, os ganhos de produtividade. Sob a ótica interna das empresas, os representantes do processo de transferência dessas inovações possuem uma visão diferente e acreditam que a maioria dos produtos gerados pela empresa é radical. Essa confusão, no entendimento conceitual, indica a necessidade de nivelamento de ambos na empresa. Assim, os gestores, os geradores e os responsáveis pela transferência das inovações, precisam ter conhecimento semelhante e discurso único sobre o tema. Certamente essa unicidade de discurso facilitará a estimativa de adoção das inovações pelo mercado.

Constatou-se que o processo de geração de novas tecnologias pode ser muito longo, podendo variar entre três e cinco anos. *A priori*, não se pode estimar se o tempo é tido como o necessário. É um indicador da necessidade de seu gerenciamento, para que possa produzir oportunamente os possíveis benefícios estimados, além do retorno seja social e/ou econômico que todo processo de inovação deve considerar.

Foi possível identificar que um dos problemas enfrentados pela Embrapa Agrobiologia se refere à não mensuração do percentual de adoção das tecnologias geradas no âmbito de seus projetos de pesquisa. A determinação do índice de adoção de tecnologias é fator essencial para classificação da unidade descentralizada, como centro inovador ou como desenvolvedor de pesquisa, já que para se tornar uma inovação, o produto ou processo desenvolvido deve ser adotado pelo mercado. Sem esse tipo de mensuração torna-se impossível conhecer com objetividade a efetividade do processo criativo adotado.

Conclui-se, então, que parte do processo de geração de inovações tanto na Embrapa quanto na Embrapa Agrobiologia, merecem ser revistos. Será uma das formas de se manter as motivações impulsionadoras pelas inquietações para o desenvolvimento de inovações. Deve-se priorizar o aumento da compreensão conceitual do processo de inovação, estabelecendo-se uma mesma linguagem, indispensáveis para a interação por todos aqueles que fazem parte dos processos de gestão.



Além disso, ressalta-se a urgência do desenvolvimento de trabalhos na Embrapa Agrobiologia que foquem a adoção das tecnologias. Esta adoção aumentará a legitimidade dos processos de inovação desenvolvidos pela empresa e fará com que os resultados obtidos retroalimentem o processo de geração de inovações. Assim, o desenvolvimento de novos estudos, que resultem em melhorias nas tecnologias já desenvolvidas ou na criação de inovações radicais, estará mais justificado pela perspectiva mercadológica.

## Referências

- ALVES, E. R. A. Difusão de tecnologia: uma visão da pesquisa. In: SEMINÁRIO TALLER SOBRE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA, 1989, Colonia, Uruguay. Transferencia de tecnologia agropecuaria; enfoques de hoy y perspectiva para el futuro. Montevideo: IICA/PROCISUR, 1989. p. 27-33. (Diálogo/IICA-PROCISUR, n. 27).
- ARCHIBUGI, D.; HOWELLS, J.; MICHIE, J. (Eds.). Innovation systems in the global economy. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- BARBIERI, J. C. A contribuição da área produtiva no processo de inovações tecnológicas. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 66-77, jan./mar. 1997.
- BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, A. C. T. Estratégia de patenteamento e licenciamento de tecnologia: conceitos e estudo de caso. Revista Brasileira de Gestão de Negócios – FECAP, v. 7, n. 17, p. 58-68, abr. 2005.
- CARAYANNIS, E. G.; ROY, R. I. S. Davids vs Goliaths in the small satellite industry: the role of technological innovation dynamics in firm competitiveness. Thecnovation, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497299001376>>. Acesso em: 7 out. 2012
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). PIP do Agronegócio no PIB do Brasil 1994-2011. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 7 out. 2012.
- CHESBROUGH, H. Open Innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In: CHESBROUGH, H., VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (Eds.) Open innovation: researching a new paradigm. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- CRIBB, A. Y. Sistema agroalimentar brasileiro e biotecnologia moderna: oportunidades e perspectivas. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 21, n. 1, p. 169-195, jun/abr. 2004.
- DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effect of innovation. Journal Of Economic Literature, n. 36, p. 1126-71, 1988.
- DOSI, G. The Nature of the innovative process. In: DOSI, G. (Org.). Technical change and economic theory. London: Pinter Publishers, 1990.

- DRUCKER, P. Sociedade pós-capitalista. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). EMBRAPA AGROBIOLOGIA. Linhas de pesquisa. Disponível em: <<http://www.cnpab.Embrapa.br/pesquisas/pesquisas.html>>. Acesso em: 24 jul. 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Embrapa Agrobiologia. Atualizado em: 10 dez. 2009. Disponível em: <<http://hotsites.sct.Embrapa.br/pme/historia-das-unidades/regiao-sudeste#agrobiologia>>. Acesso em: 5 jun. 2010.
- FREEMAN, R. E; WICKS, A. C; PARMAR, B. Stakeholder theory and "The Corporate Objective Revisited". *Organization Science*, v. 15, n. 3, p. 364-369, May - Jun. 2004). Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/30034739>>. Acesso em: 24 jul. 2010.
- FURTADO, A. T.; FREITAS, A. G. Nacionalismo e aprendizagem no Programa de Águas Profundas da Petrobrás. *Revista Brasileira de Inovação – FINEP*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, jan./jul. 2004.
- GASTAL, E. El proceso de cambio tecnológico em La agricultura. In: GASTAL, E.; PUIGMAU; J. P.; TONIN, T. (Eds.). *Transferência de tecnologia agropecuária: enfoques de hoy y perspectivas para El futuro*. Montivideo: IICA, 1988. p. 3-12.
- GRIZENDI, E. *Processos de inovação: modelo linear X modelo interativo*. Jun. 2006. Disponível em: <[http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/eduardo\\_grizendi.pdf](http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/eduardo_grizendi.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2009.
- HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, p. 9-30, Mar 1990.
- HOLSTI, O. R. *Content analysis for the social sciences and humanities*. Reading - Mass: Addison Wesley, 1969.
- KRIPPENDORFF, K. *Content analysis*. Beverly Hills, Ca.: Sage, 1980.
- LEMONS, C. Inovação na era do conhecimento. In: LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. (Orgs.). *Informação e globalização na era do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999. cap. 5, p. 122-144.
- MANUAL DE OSLO. OECD/OCDE/FINEP. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/manual\\_de\\_oslo.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2011.
- MELHADO, J. P. *Disseminação e proteção de informações no processo de inovação tecnológica: um estudo do contexto regulatório aplicado ao caso brasileiro*. 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação)

- Programa de Pós- Graduação em Ciência da Informação, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2005.

MELO, W. F. Inovação tecnológica na agricultura: condicionantes da dinâmica da tecnologia "alho-semente livre de vírus" nas regiões de Cristópolis e Boninal, na Bahia. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Curso de Propriedade Intelectual e Inovação no Agronegócio. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; organização Luiz Otávio Pimentel – Brasília: MAPA; Florianópolis: EaD/UFSC, 2009.

NUCHERA, A. H.; SERRANO, G. L.; MORROTE, J. P. La gestión de La innovación y la tecnología em lãs organizaciones. Madrid: Ediciones Pirámide, 2002.

PACAGNELLA JR., A. C. A inovação tecnológica nas indústrias do Estado de São Paulo: uma análise dos indicadores PAEP. 2006. 242 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ROGERS, E. M. Diffusion of innovations. 4. ed. New York: The Free Press, 1995.

ROSA NETO, C. Marketing e inovação tecnológica: um estudo de caso em uma instituição de pesquisa agropecuária. 1995. 197 f. Dissertação (Mestrado em administração) – Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade – FACE, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

ROTHWELL, R. Industrial innovation: success, strategy, trends. In: DODGSON, M.; OTHWELL, R. (Eds.). The handbook of industrial innovation. Hants: Edward Elgar, 1994.

SACHS, J. Um novo mapa do mundo. Gazeta Mercantil, Cad. Fim de Semana, São Paulo, p. 2, 30 jun. 2000.

SAÉNZ, T. W.; GARCÍA CAPOTE, E. Ciência, inovação e gestão tecnológica. Brasília: CNI/IEL/SENAI/ABIPTI, 2002.

SANTANA, É. E. P. A transferência de tecnologia na USP: um estudo multicaso no Departamento de Física e Matemática e nas Faculdades de Medicina e Odontologia. 2005. 304f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2005.

SCHUMPETER, J. A. The theory of economic development. New York: Oxford University Press, 1961.

SCHUMPETER, J. A. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SILVA, J. G. O processo técnico na agricultura. Cadernos de Difusão de Tecnologia, v. 7, n. 1/3, p. 13-46, jan./dez. 1990.

SISTEMA MINEIRO DE INOVAÇÃO (SIMI). Transferência de tecnologia: quando boas ideias são transformadas em qualidade de vida e em grandes negócios. Mar. 2008. Disponível em: <<http://www.simi.org.br>>. Acesso em: 3 jan. 2009.

STONEMAN, P. Soft innovation: economics, product, aesthetics, and the creative industries Oxford University Press. 366 p.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. Managing innovation: integrating technological, market and organizational change. 2. ed. England: John Wiley & Sons Ltd, 2001.

TOMAEL, M. I.; ALCARÁ, A. R.; DI CHIARA, I. G. Das redes sociais à inovação. Cif. Inf., Brasília, v. 34, n. 2, p. 93-104, maio/ago. 2005.

VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Campinas: Editora Unicamp, 2001.

VOLTI, R. Society and technological change. 3. ed. New York: St Martin's Press, 1995.

WANG, T. Y; CHIEN, S. C. The influences of technology development on economic performance: the example of ASEAN countries. Technovation, v. 27, n. 8, p. 471-488, 2007.