

Entre a Pesquisa e a Inovação: Dimensões Endógena e Exógena de dois Casos de Inovação no Brasil

Autoria: Dany Flávio Tonelli, André Luiz Zambalde

RESUMO

O aumento da transformação do conhecimento científico em desenvolvimento econômico faz parte de um desafio que a política científica e tecnológica brasileira tem buscado superar. O presente trabalho toca este tema investigando na prática o caminho percorrido pelo conhecimento científico até a sua aplicação em forma de inovação tecnológica. Para isso, foram estudados dois casos de inovações agro-tecnológicas. Tais casos ocorreram com base no conhecimento produzido na Universidade. O objetivo foi compreender como ocorreram esses processos identificando características das dimensões endógena e exógena a eles relacionadas. Considerou-se dimensão endógena, aquela que se relaciona diretamente aos processos estudados. Considerou-se dimensão exógena, aquela que se relaciona com o ambiente institucional onde tais processos acontecem. A metodologia adotada foi o estudo de casos. Os resultados permitiram afirmar que: i) na dimensão endógena, além de aliar viabilidades econômicas, demográficas e oportunistas, uma inovação precisa ser culturalmente legitimada no mercado; ii) na dimensão exógena, quanto menor é a proximidade entre as esferas institucionais que compõem o sistema nacional de inovação, maior é a dependência dos agentes empreendedores individuais.

1. Introdução

O Brasil se coloca entre os principais países do mundo no que se refere à produção de conhecimentos científicos. A publicação de artigos em revistas indexadas cresce ano a ano e o número de doutores formados triplicou nos últimos dez anos (FAPEMIG, 2005). No entanto, apesar do relativo sucesso da prática científica brasileira, há ainda um grande desafio a ser superado que se resume na busca pela transformação de conhecimentos científicos em riquezas e desenvolvimento. Este tema tem sido alvo de preocupação do governo brasileiro a ponto de levá-lo a promulgar, no ano de 2004, uma lei de inovação, que, de forma geral, altera substancialmente as condições institucionais no sentido de promover investimentos em pesquisa e inovação a partir da cooperação entre instituições científicas e tecnológicas públicas e as empresas nacionais.

Tendo em vista a relevância do assunto para o mundo atual e o contexto de alterações institucionais pelas quais o país atravessa, o presente trabalho abordou o tema na prática, investigando o conhecimento científico e a sua aplicação em forma de inovação tecnológica. Para isso foram estudados dois casos de inovação no setor agropecuário que se construíram em torno de conhecimentos científicos produzidos, em grande parte, em uma Universidade brasileira. O objetivo do trabalho foi compreender como ocorreram dois processos de inovação, identificando as características relacionadas às suas dimensões endógena e exógena.

Na estrutura teórica deste trabalho, inicialmente, são discutidas transformações vividas pelo campo da ciência e da tecnologia, com ênfase no caso brasileiro. De forma geral, estas transformações fazem comunicar mais solidamente duas vertentes. De um lado, o conhecimento científico produzido nas instituições de pesquisa. De outro, a busca pela aplicação destes conhecimentos por meio da geração de inovações e desenvolvimento econômico. A partir deste contexto, o trabalho propõe uma caracterização entre as dimensões endógena e exógena dos processos de inovação. Os aspectos endógenos foram considerados aqueles relacionados diretamente aos casos. Para compreendê-los, destacou-se o auxílio do “modelo de cadeias ligadas” (no original: *chain-linked model*) de Kline e Rosenberg (1986).

Já os aspectos exógenos foram considerados aqueles relacionados com as demandas institucionais dos processos de inovação. Para compreendê-los, foi adotada a teoria da tripla hélice de Etzkowitz e Leydesdorff (1995, 1997, 2000).

A metodologia fundamenta-se no estudo qualitativo e histórico de casos. Os casos escolhidos, conforme mencionados, foram duas inovações do setor agropecuário, as quais se desenvolveram com base em pesquisas ocorridas, em grande parte, em uma Universidade brasileira. Na seqüência, o trabalho apresenta os resultados e, finalmente, as reflexões finais.

2. Referencial Teórico

2.1 Visão geral

As últimas duas décadas têm sido marcadas por transformações institucionais profundas no campo da ciência e da tecnologia (C&T). Brito (2000) toca essa questão quando fala do surgimento de um novo contexto. O autor faz uma leitura conceitual do problema e afirma que a mudança é o reflexo da transformação no contexto institucional, levada a cabo pela inserção de novas ondas de inovação. A síntese dessas transformações seria o surgimento de novas formas organizacionais que passam pela redefinição da relação existente entre o público e o privado. Nesse novo ambiente, a preocupação com a propriedade intelectual e a geração de tecnologias comercializáveis transita ao lado da articulação de parcerias entre universidades e a iniciativa privada e da diversificação das fontes de financiamento de projetos.

Dessa forma, Brito (2000) afirma que a mudança no ambiente institucional leva a reformulações internas, alcançando, como meta final, a modificação do comportamento organizacional na tentativa de se obter maior legitimidade social, promovendo, assim, a sustentabilidade econômica, política e social da organização, seja no curto, no médio ou no longo prazo.

Sobral (2004) reflete sobre como essas transformações vêm se destacando entre os cientistas sociais. O novo contexto vem adquirindo grande importância, a ponto de passar a ser o foco de diversos estudos das ciências sociais aplicadas. Segundo a autora, a questão vem vindo à tona por meio da emergência de novos estudos, como o “novo modo de produção do conhecimento”, por Gibbons et al. (1994); da idéia de “redes sócio-técnicas”, elaborada por Latour e Woolgar (1997); por meio do conceito de “arenas transepistêmicas”, de Knorr Cetina (1982) e do “modelo da Tripla Hélice”, de Etzkowitz e Leydesdorff (1996, 1997, 2000). Cada um desses modelos se pauta, de maneira geral, na busca por ligação mais aproximada entre a produção de conhecimento e a sua aplicação prática.

Etzkowitz e Leydesdorff (1996, 1997, 2000) por exemplo, afirmam que as universidades, em resposta às transformações institucionais, estão passando por uma segunda revolução. Segundo os autores, essa revolução se refere ao fato de que as pesquisas passam a ser orientadas para as necessidades de contribuir para o desenvolvimento econômico, especialmente das regiões. Além das duas missões básicas, ensino e pesquisa, as universidades passam a incorporar a missão contribuir, de forma mais direta, para a resolução de problemas práticos do mercado. O resultado dessa nova visão é a emergência da universidade empreendedora, a qual combina ensino, pesquisa e contribuição para a economia (Martin e Etzkowitz 2000).

No Brasil, as transformações do campo científico e tecnológico são evidentes, embora seja recente a preocupação com a transferência de tecnologia a partir das universidades e instituições públicas de pesquisa. Há pleno consenso nas esferas pública e privada de que a aproximação comunicativa entre as diversas organizações e instituições que compõem o sistema brasileiro de inovação é cada vez mais necessária para garantir o desenvolvimento

econômico futuro do país. Em meio a este movimento, destaca-se a atuação do estado na regulamentação de regras que permitem e induzem a formação de parcerias entre o setor produtivo e os institutos de pesquisa. Um exemplo disso é a recente “lei federal de inovação”, sancionada em 2004 pela Presidência da República. Entre outros incentivos à inovação e à aproximação entre os setores público-privado, ela regulamenta a ação empreendedora de pesquisadores públicos, possibilitando a participação efetiva destes pesquisadores nos lucros econômicos alcançados por inovações desenvolvidas a partir de pesquisas científicas, além da participação nos lucros destinada aos institutos públicos de pesquisa e à iniciativa privada. Além disso, a “lei de inovação” obriga a associação das instituições públicas de pesquisa a um núcleo de transferência de tecnologia encarregado de orientar sobre questões relacionadas à propriedade intelectual e de identificar inovações viáveis.

De maneira geral, embora existam transformações recentes na política científica e tecnológica brasileira, o modelo científico e tecnológico adotado ainda é deficiente, muito próximo ao modelo *laissez faire* (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000), onde há uma separação evidente entre os papéis assumidos pela Universidade, Indústria e Governo no que se refere à busca pelo desenvolvimento econômico. Isso impede que o contexto institucional absorva as emergências exógenas e endógenas demandadas pelos processos de transferência de tecnologia. Diante desta realidade, uma hipótese que explica o sucesso em um determinado processo de inovação se relaciona com o fato de os agentes organizacionais ou individuais assumirem papéis que, de outra forma, poderiam ser absorvidos pelo contexto institucional. A inexistência de um ambiente favorável à inovação que resulta de iniciativas trilaterais, assim como preconizado pelo modelo III de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) torna o desenvolvimento tecnológico excessivamente dependente das iniciativas empreendedoras dos próprios indivíduos ou organizações.

2.2 Dimensões endógena e exógena de análise do processo de inovação

O foco principal de estudo do processo de inovação da dimensão endógena está no fato de tratar as condições para o sucesso da inovação basicamente dentro dos limites da própria organização. Segundo Coriat e Weinstein (2002), essa estrutura analítica leva ao fato de considerar o processo de inovação relacionado a duas principais perspectivas: (i) aos modos de distribuição e circulação da informação e conhecimento dentro da organização e (ii) à ligação complexa existente entre as atividades de pesquisa e processo de inovação. Cada uma dessas perspectivas enfatiza claramente a importância da dimensão organizacional em detrimento dos aspectos institucionais os quais os autores da corrente organizacional não enfatizaram.

No entanto, a razão para a generalização de um dado modelo endógeno de análise da inovação não pode ser reduzida ao mais comumente aceito conceito de eficiência (ou a adaptação a um mais ou menos definido ambiente exógeno). Isso implica em considerar o fato de que os determinantes institucionais e a natureza das “regras do jogo” guiam e orientam as ações e desenvolvem um papel crítico no processo. O risco de insistir em permanecer dentro de limites endógenos fez com que muitos autores, mesmo aqueles conhecidos como neo-schumpeterianos, buscassem mais ampla compreensão em determinantes externos, mais precisamente no ambiente institucional (Coriat e Weinstein, 2002).

Quando se fala no papel das instituições no processo de inovação, remete-se às formulações que envolvam, na maioria dos casos, os sistemas nacionais de inovação (SNI). Esse conceito é uma síntese da elaboração evolucionista (ou neo-schumpeteriana). Ele expressa o complexo arranjo institucional que, ao impulsionar o progresso tecnológico, determina a riqueza das nações. Freeman (1987), ao estudar sobre o exemplo de progresso tecnológico do Japão, cunha a primeira referência explícita sobre o tema.

De maneira geral, sob a influência do conceito de racionalidade limitada de Simon (1957), a abordagem evolucionista enfatiza o fato de que a organização tem pouca ou quase nenhuma capacidade de prover a ferramenta analítica mais adequada para interferir e gerir com eficiência a variedade de emergências externas. Também, frequentemente, a organização – na maioria das abordagens institucionais - assume uma posição passiva diante dos determinantes macrosociais do ambiente em que ela está inserida. Surgem novos conceitos como o ambiente seletivo e resgata-se a concepção de sistemas que se desequilibram com a inserção de uma nova tecnologia, tendendo a constante busca pelo equilíbrio a partir disso (Nelson e Winter, 1977).

A maior contribuição da abordagem institucional da inovação reside no fato de indicar claramente a existência de trajetórias nacionais ou sociais de inovação, que são largamente determinadas pelo contexto social no qual os vários agentes e organizações operam. A concepção da abordagem se baseia em duas principais premissas: (i) a inovação deve ser vista como o resultado da interação entre diferentes tipos de organização e não como o produto da ação individual de uma organização apenas e (ii) as instituições desempenham um papel crucial na definição dos sistemas de inovação (Coriat e Weinstein, 2002).

Há ainda trabalhos que não herdaram as concepções evolucionistas, mas que, no entanto, buscam compreensão para os mesmos aspectos institucionais envolvidos na busca de ambientes favoráveis à geração de processos de inovação e de desenvolvimento. Entre esses, se destacam aqueles que discutem o papel da Universidade e da pesquisa científica nessa nova era do conhecimento e da informação, como Etzkowitz e Leydersdorff (1995, 1997, 2000).

A proposta de Coriat e Weinstein (2002) para compreender melhor a dinâmica dos processos de inovação está na ênfase de não permanecer em apenas um dos lados mas desenvolver abordagens que incorporem tanto a dimensão institucional exógena como a dimensão organizacional endógena.

Nessa mesma direção, o presente trabalho considerou endógena aquela dimensão estritamente relacionada com casos de inovação e transferência de conhecimento. Está ligada à viabilidade econômico-financeira de uma invenção, à sua eficiência e possibilidade técnico-científica e às necessidades técnicas inerentes ao seu desenvolvimento e produção. Já a dimensão exógena foi considerada aquela que tem lugar no contexto no qual o processo de inovação ou de transferência de tecnologia ocorre, ou seja, é a estrutura institucional, composta por instituições, culturas, normas e regras formais e tácitas. Quando, por exemplo, um determinado país busca construir uma política mais acertada de incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico, ele busca, na realidade, proporcionar um ambiente exógeno mais adequado e menos hostil ao surgimento de inovações e transferências tecnológicas. Dificilmente uma invenção se torna inovação em um ambiente exógeno exageradamente hostil. Da mesma forma, dificilmente uma invenção se torna inovação se não for técnico-cientificamente possível ou econômico-financeiramente viável. Portanto, para que haja inovações de sucesso, há de se suprir, pelo menos de forma parcial, emergências endógenas e exógenas.

2.2.1 Características endógenas

O trabalho de Kline e Rosenberg (1986) marcou a transição do modelo linear para o modelo interativo de inovação e exemplifica bem o que, neste trabalho, foi considerado como necessidades endógenas de uma inovação. Para Kline e Rosenberg (1986), uma inovação comercial é controlada por duas forças que interagem. De um lado, as forças de mercado, que combinam aspectos demográficos, econômicos e oportunistas. De outro lado, o avanço da fronteira científica e tecnológica que frequentemente sugere a possibilidade da introdução de

novos produtos ou o desenvolvimento de novos procedimentos capazes de propiciar o aumento da performance dos procedimentos existentes ou a produção com custos menores.

Para Kline e Rosenberg (1986) o sucesso técnico, ou qualquer forma quantitativa de se medir a performance após a introdução de uma inovação, é apenas necessário e não uma condição suficiente para estabelecer o seu uso econômico. Em outras palavras, o sucesso técnico de um novo produto, devidamente comprovado e plenamente aceito como tal, não garante a introdução desse novo produto no mercado. Dessa forma, conclui-se que há outras demandas que necessitam ser atendidas, além, puramente, das demandas relacionadas à comprovação da viabilidade técnica, na trajetória que vai das descobertas oriundas de uma pesquisa, até a sua incorporação no mercado.

Segundo os autores, uma inovação de sucesso requer a otimização de muitas demandas simultaneamente. Ela exige um projeto que equilibre os requisitos do novo produto e seu processo de fabricação, as necessidades de mercado e as necessidades para manter uma organização que possa continuar a dar suporte a todas essas atividades de forma eficiente.

O sucesso comercial está relacionado ao oferecimento, por parte da inovação, de menor custo ou de maior performance em relação ao que já existe no mercado.

O sucesso de demanda se relaciona não apenas com a combinação mais adequada entre custo e performance, mas também com o julgamento de qual seja o momento certo para a introdução da inovação.

Uma diferença básica entre o modelo linear e o modelo introduzido por Kline e Rosenberg (1986) está no fato que este último considera a necessidade da pesquisa transitar através de emergências distintas que surgem em diferentes estágios da chamada *central chain of innovation*. Assim, a pesquisa assume funções distintas, até que seja possível o estabelecimento do produto final no mercado. Esse fato é um dos principais avanços propostos pelo modelo. Assim, a pesquisa necessária para resolver problemas no primeiro estágio (projeto/invenção) é, freqüentemente, do tipo pura e está relacionada aos avanços e descobertas científicas de uma determinada área do conhecimento. Diferentemente, o tipo de pesquisa necessário no segundo estágio (ligado ao desenvolvimento do produto) envolve análises de como o novo produto interage no sistema no qual será inserido.

2.2.2 Características exógenas

A estrutura institucional influencia e é influenciada pelas emergências exógenas dos processos de inovação. Nessa direção, o modelo ideal que de uma forma ou outra a maioria dos países vem tentando implementar está teorizado por Etzkowitz e Leydesdorff (2000). Este modelo possibilita a comunicação tão próxima entre os principais agentes institucionais (Universidade, Indústria e Governo) que, em certo ponto, um deles assume papel que antes estava na responsabilidade de outro. Assim, há o surgimento de novas formas de organizações híbridas como resposta às emergências do ambiente institucional.

O objetivo comum dos países é permitir um ambiente favorável à inovação, por meio de iniciativas trilaterais para o desenvolvimento da economia. O caminho seria a busca de alianças estratégicas entre empresas (grandes e pequenas, atuando em diferentes áreas, e com diferentes níveis de tecnologia), laboratórios do governo e grupos de pesquisas acadêmicos. Estes arranjos são freqüentemente encorajados, mas não controlados pelo governo (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000).

O surgimento da inovação nesse modelo não seria, portanto, *a priori*, produto de uma sincronização, ao contrário do foco co-evolucionista percebido nas abordagens sobre os “sistemas nacionais de inovação” (Fagerberg, 1994; Freeman, 1994; 1995; Lundvall, 1992; Nelson e Winter, 1977), “sistemas de pesquisa em transição” (Cozzens Et Al.; 1990; Ziman,

1994), “modo 2” (Gibbons et al., 1994) ou “o sistema pós-moderno de pesquisa” (Rip e Van Der Meulen, 1996).

O fundamental é o fato de que cada “sistema” seria definido e redefinido na medida em que as necessidades e disponibilidades de recursos fossem desenhadas. Isso com a participação conjunta tanto do governo, da iniciativa privada e das universidades.

O modelo também oferece a possibilidade de descrever uma gama de variedade de arranjos e políticas por meio de uma explanação de suas dinâmicas. Dessa forma, a época atual - de transição entre modelos de desenvolvimento tecnológico - está imersa na construção de novos arranjos institucionais. Entre as respostas esperadas está a aproximação da política institucional de pesquisa e inovação a uma nova realidade que permita maior interatividade entre os múltiplos atores institucionais.

3. Metodologia

3.1 Tipo de pesquisa

A metodologia utilizada foi qualitativa e se deteve no estudo histórico de dois casos de processo de inovação no contexto universitário.

O corte da pesquisa foi seccional com perspectiva longitudinal, ou seja, a coleta de dados se deu em um momento específico do tempo, porém, regata dados de períodos passados (Vieira, 2004).

A pesquisa se valeu, quanto aos meios, do estudo multicaso, caracterizado pelo estudo profundo de dois casos, promovendo a ampliação e a precisão do conhecimento sobre os mesmos. A metodologia do estudo de caso é apropriada para responder a perguntas do tipo “como” e “por que” e pode ser adequada para gerar e construir teoria em uma área sobre a qual há poucos dados (Joia, 2004).

O estudo de cada caso consistiu em um estudo em profundidade, uma análise intensiva realizada sobre fenômenos reais, reunindo numerosas e detalhadas informações, de forma a apreender a totalidade do fenômeno pesquisado.

De acordo com o que é sugerido por Bogdan e Biklen (1994) para estudos histórico de casos, as técnicas utilizadas para a investigação foram, basicamente, investigação documental-histórica e entrevistas com pesquisadores.

Os documentos investigados foram artigos técnicos e científicos, dissertações e teses, dentre outros. Por meio destes textos buscou-se reconstruir a trajetória percorrida pelas pesquisas e o papel dos atores institucionais (Universidade, Empresa, Governo) para a efetivação da inovação tecnológica.

As reflexões teóricas e as proposições apresentadas estimularam a investigação de algumas questões que serviram como norteadoras da pesquisa. O objetivo implícito nestas questões resume o objetivo da própria investigação como um todo. São elas:

- 1) Como ocorreu a evolução de dois casos de inovação tecnológica que tiveram como base a pesquisa científica produzida na Universidade?
- 2) Como compreender os dois casos de inovação a partir de suas características endógenas e exógenas?

3.2 Unidades de estudo e procedimentos

As unidades de estudo são dois casos de inovações ocorridas no setor agropecuário. A primeira delas refere-se a um produto de nutrição animal desenvolvido pela ciência zootécnica (Amiréia) e o segundo, um produto biotecnológico desenvolvido pela ciência agrônoma do solo (Biotech). Ambos os casos foram escolhidos de acordo com os critérios

de acessibilidade e de conformidade com os objetivos desta pesquisa e pelos elos existentes entre si, que propiciaram o estudo comparativo e a identificação de padrões.

Dentre os elos existentes entre os casos, os principais são: a) pertencentes ao mesmo setor; b) inovações que se tornaram viáveis devido ao aproveitamento de conhecimentos científicos e c) as pesquisas e as descobertas relacionadas se deram em universidades, em especial na Universidade Federal de Lavras.

Os casos investigados são aperfeiçoamentos tecnológicos que teoricamente melhoram a performance do setor no qual são aplicados. Nesse sentido, podem ser considerados como inovações incrementais (Freeman, 1994) ou evolucionárias (Kline e Rosenberg, 1986). De qualquer maneira, o tipo de inovação incremental ou evolucionária de nenhum modo enfraquece a relevância deste estudo, uma vez que a importância econômica, como afirmam Kline e Rosenberg (1986), pode ser muito maior no momento da melhora do processo do que no momento da introdução da inovação.

O período de realização da pesquisa foi de abril de 2006 a setembro de 2006. Para o primeiro dos casos estudados, foi aproveitada uma entrevista com o principal pesquisador do produto, realizada em setembro de 2004.

As entrevistas foram feitas com pesquisadores, técnicos e investidores ligados a cada uma das inovações. No total foram realizadas nove entrevistas, sendo cinco no primeiro caso e quatro para o segundo. A pesquisa documental concentrou-se em dissertações, teses, artigos científicos e artigos diversos, utilizando, para isso, fontes como a internet, acervo da biblioteca da Universidade Federal de Lavras e documentos cedidos pelos próprios entrevistados. A observação não-participante foi realizada por meio de visitas aos laboratórios da Universidade e indústrias produtoras das inovações estudadas. Os dados foram reunidos em forma de anotações, gravações, documentos e fotografias.

Pode-se ter uma idéia geral das fases da pesquisa e dos procedimentos adotados por meio da Figura 1.

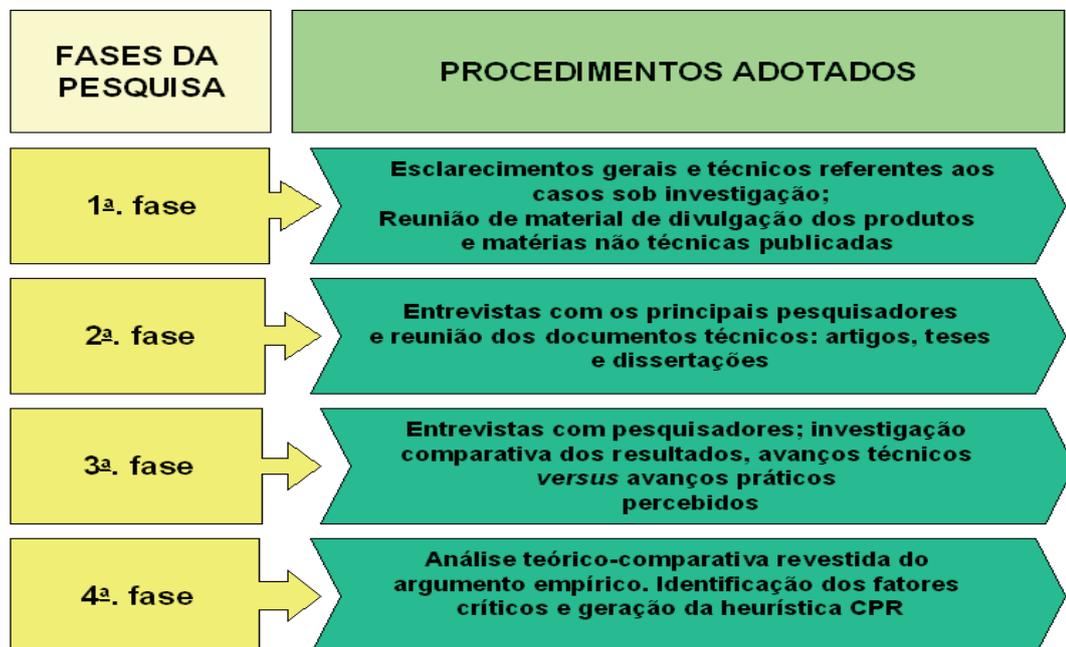


FIGURA 1: Fases da pesquisa

Fonte: Tonelli (2006)

Tendo-se delineado o percurso metodológico, o próximo capítulo se dedicará ao estudo dos casos com ênfase na evolução histórico-científica das pesquisas que possibilitou o surgimento dos processos de inovação.

4. Resultados e discussão

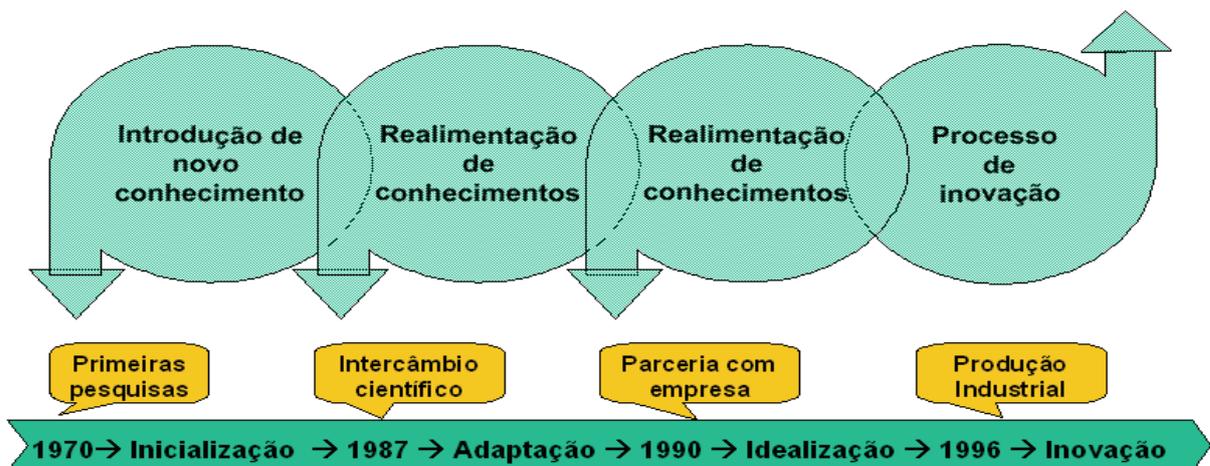
4.1 Case I: Amiréia

Amiréia é um termo que une outros dois: amido e uréia. O produto foi desenvolvido pela ciência zootécnica, na especialidade de nutrição de ruminantes, em torno da hipótese que afirmava que a junção desses dois ingredientes em um único produto poderia reduzir a toxicidade da uréia pura e aumentar a síntese de proteína, por intermédio do aumento de permanência da uréia no rúmen do animal.

Partindo-se do pressuposto de que a descoberta da utilização da uréia como fonte aproveitável de nutrientes para a alimentação animal tenha sido uma inovação radical (Freeman, 1995), a sua utilização inovada por meio da Amiréia é uma inovação incremental.

A evolução das pesquisas, que tornou possível o processo de inovação da Amiréia, está sintetizada na Figura 2. A Figura apresenta uma visão da história e trajetória dessa inovação. Conforme está ilustrado, as pesquisas tiveram início em 1970 e foram desenvolvidas no exterior. O foco estava em buscar um produto que pudesse atender aos objetivos de diminuir a toxicidade da uréia e melhorar a eficiência da absorção de proteínas.

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO



CONHECIMENTO CIENTÍFICO

FIGURA 2: evolução longitudinal das pesquisas e processo de inovação da Amiréia

Fonte: Tonelli (2006)

Na Figura acima estão as etapas que tornaram possível o processo de inovação da Amiréia. Elas foram as seguintes: a) inicialização: compreendendo o período que vai de 1970 a 1987, quando as pesquisas foram desenvolvidas exclusivamente no exterior; b) adaptação: período de 1987 a 1990, quando houve a importação dos conhecimentos para o Brasil; c) idealização: compreende o período que vai de 1990 até, aproximadamente, o ano de 2000, quando vigorou uma parceria entre o grupo de pesquisa do principal pesquisador e a Petrobras; d) inovação: a partir de 1996, quando os primeiros investimentos industriais para a

produção e venda do novo produto foram realizados e o produto passou a ser amplamente comercializado em várias partes do país.

4.2 Case II: Biotech

O Biotech é um bioativador da fertilidade do solo, constituído por ácidos orgânicos de baixo peso molecular e mais um complexo enzimático obtido pela fermentação de tecidos vegetais. Trata-se, portanto, de um produto orgânico, não tóxico, ambientalmente seguro, biodegradável, que tem por função ativar a microbiota do solo.

O produto materializa um vasto conhecimento empírico e científico acumulado durante muitos anos. Ele surgiu em torno da busca pela adubação orgânica de larga escala. Este fato une o interesse da atual onda ecológica mundial ao interesse econômico, uma vez que a viabilização do seu uso apresenta importante redução nos custos com adubação química.

A evolução das pesquisas, que tornou possível o processo de inovação do produto Biotech está sintetizada na Figura 3. A figura apresenta uma visão da história e da trajetória dessa inovação.

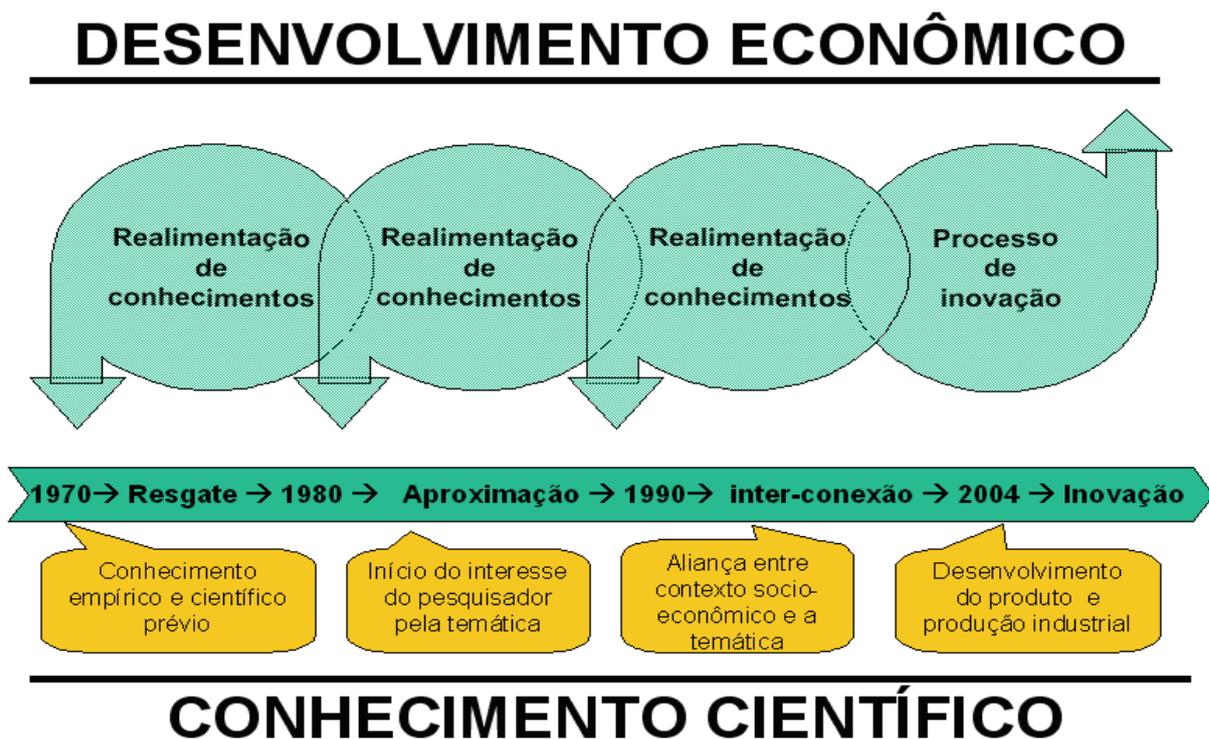


FIGURE 3: evolução longitudinal das pesquisas e processo de inovação do Biotech

Fonte: Tonelli (2006)

Na figura acima estão indicadas as etapas que tornaram possível o processo de inovação do Biotech. Elas foram as seguintes: a) resgate: compreendendo o período que vai de 1970 a 1980, quando foram desenvolvidas diversas pesquisas no Brasil e no exterior resgatando a importância da utilização de ácidos orgânicos na melhoria do nível nutricional do solo. Antes desse período, o uso desses ácidos, em geral, estava restrito à prática empírica; b) aproximação: período entre 1980 e 1990, quando houve a aproximação definitiva entre o pesquisador/criador do produto (Dr Francisco Dias Nogueira) e a temática dos ácidos orgânicos; c) interconexão: período de 1990 até, aproximadamente, o ano de 2004, quando

houve uma aliança definitiva entre a temática e o contexto sócio-econômico em transformação e d) inovação: a partir de 2004, quando o pesquisador requereu a patente do produto e este passou a ser produzido e comercializado.

4.3 Dimensão endógena: além de aliar aspectos econômicos, demográficos e oportunistas, uma inovação precisa ser culturalmente legitimada no mercado

Em linhas gerais, para haver inovações de sucesso, há a necessidade de inserção dos resultados técnicos alcançados, em um sistema multidisciplinar amplo. Isso quer dizer que, a menos que se quebrem os limites intradisciplinares que impedem a integração de conhecimentos diversos, não se pode alcançar a inovação. A contribuição do modelo de Kline e Rosenberg nesse sentido está centrada na necessidade de comunicação entre a fronteira tecnológica, ou os conhecimentos científicos disponíveis, com as necessidades de mercado, incluindo a capacidade e a possibilidade para o mercado absorver a nova tecnologia. Nesse sentido, a prova quanto à viabilidade técnica da descoberta científica não garantiu o seu uso econômico. Este fato foi observado, especialmente no primeiro caso.

Esta característica endógena também está relacionada ao fato de que a simples prova da viabilidade técnica de um determinado produto ou descoberta não leva ao uso econômico. Em outras palavras, para que uma inovação alcance o sucesso econômico, traduzido pela sua absorção pelo mercado, existem atributos como os aspectos econômicos, demográficos e oportunistas (Kline e Rosenberg, 1986). Estes podem ser mais importantes do que a própria descoberta científica em si. Entretanto, outro aspecto, não sinalizado por Kline e Rosenberg (1986), foi identificado por este trabalho, especialmente por meio do estudo do primeiro caso. Ele se refere à existência de um sistema de crenças que favoreceu a disseminação e o uso do produto. Portanto, no que se refere à integração entre a viabilidade científica e a viabilidade de mercado, este último adquire um novo componente, além dos já apontados aspectos econômicos, demográficos e oportunistas.

Este aspecto está associado à cultura particular por conta das seguintes constatações: a) a inovação apenas tornou-se viável comercialmente no Brasil; b) não foi encontrada nenhuma pesquisa, cujos resultados fossem relevantes a favor da utilização da Amiréia, publicada em periódicos internacionais ou em revistas científicas nacionais, fora do eixo em torno do qual se desenvolveu grande parte das pesquisas; c) em muitos textos publicados recentemente, afirma-se que a substituição de uréia pela Amiréia não promoveu diferença no consumo e no desempenho dos animais (Carmo, 2002, Oliveira et al., 2004, Oliveira-Júnior et al., 2004a e Oliveira-Júnior et al., 2004b) e d) o custo da Amiréia é aproximadamente o mesmo, se comparado ao da uréia pura. Dessa forma, torna-se difícil defender a tese de sugerir o aumento da competitividade por meio da introdução da Amiréia na alimentação dos animais. Boa parte dos resultados não confirma este benefício.

Cabe, portanto, questionar como um processo de inovação foi desenvolvido a partir de uma descoberta que não demonstrou claramente nas pesquisas, nem performance econômica nem benefícios técnicos superiores ao produto até então conhecido no mercado?

O aspecto cultural exerceu papel fundamental para o sucesso da inovação. A transformação visual do produto quebrou resistências culturais em relação ao consumo da uréia de grande parte dos pecuaristas brasileiros. A respeito disso, deve-se resgatar como se dá o processo de produção. Por meio da extrusão da uréia com o amido, o grânulo de uréia é transformado de uma estrutura cristalina para um pó amarelo. Este fato passaria despercebido se não fosse um preconceito culturalmente disseminado no Brasil de que a utilização da uréia pura seria considerada perigosa, por parte de muitos pecuaristas, devido ao receio de que ela cause intoxicação nos animais. Na realidade, como afirmam os pesquisadores da área, qualquer utilização indiscriminada - sem que haja o devido controle nutricional - tanto da

uréia, quanto da Amiréia, pode, sim, causar intoxicação. O detalhe é que o preconceito só ocorre contra o grânulo cristalino de uréia, facilmente reconhecido na formulação de rações ou compostos. O receio deixou de existir no momento em que não se pôde mais reconhecer a presença da uréia, mesmo que a mesma estivesse presente na sua forma transformada, ou seja, extrusada com o amido.

No relato a seguir, pode-se reconhecer claramente a importância que o pesquisador dá à questão das crenças culturais compartilhadas no meio rural.

“O uso da Amiréia não tem nada a ver com os seus benefícios técnicos, mas, sim, tem a ver com uma questão cultural. Durante muitos anos, os pecuaristas brasileiros – na grande maioria os pequenos, que não recebem a devida orientação profissional – têm desenvolvido o conceito de que a uréia pura leva à contaminação tóxica do rebanho, podendo levar à morte dos animais. (...). Na cabeça dos caras, a uréia pura na ração significa que ela é uma ração é ruim (...). Só no Brasil acontece isso” (Relato de entrevista – pesquisador, 2006).

Ao resgatar a evolução longitudinal e histórica do caso, pôde-se perceber que os atributos relacionados às crenças culturais compartilhadas no meio rural ocuparam papel importante na utilização econômica da inovação. Nesse sentido, o argumento comercial, sem encontrar amparo no argumento científico, encontrou, nas crenças culturais compartilhadas a respeito dos supostos malefícios do produto original, o campo fértil para fazer prevalecer os benefícios do novo produto.

Outro aspecto fundamental para o sucesso do processo de inovação, particularmente no que se refere ao estudo do segundo caso (biotech), foi a intersecção entre o contexto sócio-econômico e a temática da produção orgânica adotada pelo pesquisador, ocorrida entre os anos de 1990 e 2004. Percebia-se a existência de uma preocupação crescente com a questão ambiental e o desenvolvimento sustentável de longo prazo. Diversos países buscaram o diálogo no sentido de elaborar acordos de proteção à natureza e à vida na Terra. Diante deste contexto, cresce a importância dada aos meios agrícolas de produção limpa.

A busca por melhor aproveitamento dos elementos naturais do solo poderia ser resolver parte do problema relacionado aos altos custos da adubação química. No que se refere ao potássio, por exemplo, cerca de 85% de todo o potássio utilizado como fertilizante na agricultura brasileira é importado (ANDA, 1997). Uma tecnologia que favorecesse a utilização dessas reservas inativas presentes no solo poderia representar uma saída para diminuir a dependência externa do elemento.

Dessa forma, o problema assume uma dupla importância. No que se refere ao atendimento de uma demanda social e mercadológica, proporcionando a possibilidade de cultivo orgânico em escalas maiores e proporcionar a utilização de reservas naturais de nutrientes presentes no solo.

A pesquisa, nesse contexto, deixou de ser apenas produtora de conhecimento básico, desarticulado das necessidades sociais e econômicas. Pelo contrário, adquire um status de relativa importância para o avanço tecnológico estratégico do país e da região, além de adquirir importância no que se refere ao bem-estar geral da população por meio da oferta de alimentos mais saudáveis.

4.4 Dimensão exógena: quanto menor é a proximidade entre as esferas institucionais maior é a dependência dos agentes empreendedores

Ao expor as condições institucionais ideais que, teoricamente, proporcionariam o incremento dos recursos para o surgimento de inovações, presumiu-se a possibilidade de contrastá-las com os casos estudados.

Ao se considerar o primeiro caso, pode-se dizer que houve o encontro de necessidades recíprocas entre empresa e universidade. Não se percebeu a presença efetiva de ações da terceira esfera – o governo. Entretanto, apesar dessa comunicação entre esferas, o surgimento de novas formas organizacionais nas suas interfaces, necessárias para absorver as demandas por informações relevantes como prefiguram Etzkowitz e Leydesdorff (1995, 1997, 2000), não ocorreu. Diante disso, nos dois casos, houve forte dependência da iniciativa empreendedora dos próprios pesquisadores, em detrimento do papel que deveria ser assumido pelo sistema como um todo. Apesar de a movimentação das esferas e dos arranjos institucionais preconizar, muitas vezes, a mudança de papel original dos atores, o fato de o pesquisador se tornar investidor ou empreendedor caracteriza de forma inadequada, essa premissa.

Este aspecto dos casos estudados está associado ao nível de relacionamento existente entre as três esferas institucionais: universidade, empresa e governo. Caso se busque a inovação por meio da aplicação do conhecimento, o fato de essas esferas não se articularem harmoniosamente responsabiliza de forma demasiada o detentor do conhecimento pela articulação. Isso significa que, para que o conhecimento alcance o status de inovação, há uma forte dependência da iniciativa empreendedora do próprio pesquisador.

Esse fato assume importância relativa, uma vez que o domínio do modelo linear de inovação influenciou não apenas as políticas científicas e tecnológicas de vários países por décadas mas também o comportamento dos pesquisadores que acreditavam que sua descoberta básica seria transportada para a aplicabilidade dentro de um período incerto de tempo. Visto dessa forma, o modelo linear de inovação é um entrave ao comportamento empreendedor entre os pesquisadores. Os valores que os cientistas passaram a compartilhar, influenciados pela ideologia linear, impedem a sua aproximação com o mercado. Estes valores preservam a importância da ciência (especialmente a ciência básica) como uma forma independente de alcançar os objetivos no longo prazo. A maior evidência disso nos casos foi o fato de os pesquisadores principais terem que romper com uma cultura de passividade para tornarem-se disseminadores ativos, empreendedores e entusiastas em relação às suas descobertas.

Ao se desconsiderar a ação dos principais pesquisadores, que reconheceram a importância da união dos atributos científicos com as necessidades do mercado, não se observou entre outros pesquisadores, dos tantos envolvidos, a manifestação dessa mesma atitude. Nesse sentido, segue a afirmação de um dos pesquisadores:

“... faço pesquisa básica. Por isso não espero que minhas pesquisas sejam absorvidas (no mercado). O que interessa é o aumento do conhecimento sobre o assunto. Talvez no futuro elas possam ser muito úteis” (relato de pesquisa – pesquisador, 2006).

Portanto, a presença da concepção linear é uma realidade. Ela está nos valores compartilhados pelos cientistas que levam a crer na evolução inercial da ciência, até que seja possível a sua utilização prática na sociedade. Sobre isso, é apropriado o comentário do pesquisador principal do segundo caso:

“...muito resultado de pesquisa, pesquisa em cima de pesquisa, repetição de pesquisas, pesquisas engavetadas...” (relato de pesquisa – pesquisador, 2006)

O papel assumido pelos principais pesquisados dos casos estudados rompe esta tendência. Antes que as descobertas alcançassem alguma importância, a atitude empreendedora deles foi fundamental.

5. Reflexões finais

Este trabalho buscou recuperar a evolução histórico-científica de dois casos de inovação ocorridos com base no conhecimento científico produzido em uma Universidade brasileira. A partir disso, o trabalho buscou compreender como ocorreram os processos de inovação identificando as características endógenas e exógenas a eles relacionadas.

Na dimensão endógena, foram consideradas as características diretamente relacionadas com casos de inovação e transferência de conhecimento. Vistas dessa maneira, estas características são aquelas ligadas a: i) viabilidade econômico-financeira; ii) eficiência e possibilidade técnico-científica e iii) necessidades inerentes ao projeto e produção. Na dimensão exógena, foram consideradas as características que ocorreram no contexto no qual o processo de inovação ou de transferência de tecnologia ocorreu. Em outras palavras, elas se resumem em torno da estrutura institucional, composta por culturas, normas e regras formais e tácitas. Considerando tais características é possível dizer que uma invenção dificilmente se torna inovação em um ambiente exógeno hostil ao seu desenvolvimento. De outro lado, a mesma dificuldade ocorre quando uma possível inovação não apresentar resultados endógenos técnicos e econômicos viáveis, mesmo se o contexto exógeno for dinâmico, integrado e receptivo às novas idéias. O sucesso nos processos de inovação depende da complementação, pelo menos em parte, das dimensões endógena e exógena da inovação.

No que se refere às características endógenas dos processos de inovação estudados, destacou-se o aspecto cultural do mercado. Além dos aspectos econômicos, demográficos e oportunistas, já discutidos amplamente por Kline e Rosenberg (1986), a cultura de mercado exerceu papel fundamental para o sucesso do primeiro caso estudado. Pôde-se perceber que os atributos relacionados às crenças culturais compartilhadas no meio rural ocuparam papel importante na utilização econômica da inovação. Nesse sentido, o argumento comercial, apesar de não encontrar um forte amparo científico, encontrou, nas crenças culturais compartilhadas a respeito dos supostos malefícios do produto original, o campo fértil para fazer prevalecer os supostos benefícios do novo produto.

Para o segundo caso a questão endógena se relacionou com a intersecção entre o contexto sócio-econômico e a temática da produção orgânica adotada pelo pesquisador. Percebia-se a existência de uma preocupação crescente com a questão ambiental e o desenvolvimento sustentável de longo prazo por meio da produção agrícola livre de produtos químicos. Esta, por sua vez, além de agressiva é onerosa. Visto dessa forma, o problema assume uma dupla importância. A primeira está relacionada com o atendimento de uma demanda social e mercadológica, proporcionando a possibilidade de cultivo orgânico em escalas maiores. A segunda se refere à utilização de reservas naturais de nutrientes presentes no solo diminuindo o gasto com produtos químicos. A pesquisa, nesse contexto, deixou de ser apenas produtora de conhecimento básico, desarticulado das necessidades sociais e econômicas e adquiriu um status de relativa importância para o avanço tecnológico estratégico do país e da região.

No que se refere às características exógenas, o Brasil tem progredido bastante. Além de uma vasta estrutura pública de ensino e pesquisa em expansão, a questão legal tem preocupado os governos estaduais e, principalmente, o governo federal. Dentre as iniciativas que visam a busca por maior apropriação dos resultados econômicos oriundos da pesquisa

científica praticada nos institutos públicos, destaca-se a “lei de inovação”, promulgada em 2004. Dentre outras coisas, esta lei: i) regulamenta atividade empreendedora praticada por pesquisadores dentro dos centros públicos e ii) aproxima a Indústria da Universidade por meio de diversos incentivos. Ainda é cedo para se analisar os resultados alcançados por tais mudanças. No entanto, percebe-se uma transformação significativa no ambiente público de pesquisa, especialmente em torno da idéia de criação de uma cultura mais ativa entre os pesquisadores no que concerne à busca pela aplicabilidade e apropriabilidade do conhecimento científico. Por serem bastante recentes, essas transformações não afetaram os casos estudados. Nestes casos, os pesquisadores foram os principais responsáveis pelo sucesso na aplicação do conhecimento científico, uma vez que eles absorveram, em grande parte, o papel que poderia estar disseminado no sistema de inovação. Se por um lado o comportamento empreendedor dentro dos centros públicos de pesquisa é importante e incentivado, por outro, a falta de um sistema de inovação integrado torna o surgimento da inovação no contexto público de pesquisa excessivamente dependente da iniciativa empreendedora dos próprios pesquisadores. Ao examinar a teoria da tripla-hélice é possível perceber que os arranjos institucionais absorveriam boa parte das dificuldades encontradas nos casos estudados.

De forma geral, as reflexões aqui contidas fornecem contribuições nos campos prático e teórico. No campo prático, além das reflexões reforçarem a tese de que qualquer ação na área da gestão de ciência e tecnologia envolve altos níveis de complexidade, também apontam um caminho adequado para fazê-las. Tais ações devem considerar, além da cultura local, contexto institucional e estrutura formal; as questões diretamente relacionadas aos processos de inovação em si, suas viabilidades e suas possibilidades. No campo teórico, ao propor a análise concomitante das dimensões endógena e exógena, os autores não pretenderam esgotar o assunto, mas, pelo contrário, descortinar possibilidades que permitam o estudo da dinâmica do processo de inovação na prática.

6. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS - ANDA. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**: 1996. São Paulo, 1997. 152 p.

BRITO, M. J.de. **Mudança e cultura organizacional: a construção social de um novo modelo de gestão de P&D na EMBRAPA**. São Paulo: GEA – USP, 2000. 239 p. (Tese de doutorado em adm).
BOGDAN, R. C.; BIKKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Ed., 1994. 335p.

CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação**. 2002. 198 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CORIAT, B. WEINSTEIN, O. Organizations, firms and institutions in the generation of innovation. **Research Policy**, 2002. N. 31, p. 273-290.

Cozzens, S. et al. **The research system in transition**. Boston: Kluwer academic publishers, 1990.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems “mode 2” to a tripe helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, Amsterdam, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. **Universities in the global economy: a triple helix of University-Industry-Government relations**. London: Cassel Academic, 1997.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The triple helix-university-industry-government relations: a laboratory for knowledge-based economic development. **European Association Study Science and Technology Review**, London, v. 14, n. 1, p. 14-19, 1995.

FAPEMIG, Propriedade intelectual. **Minas Faz Ciência**, Belo Horizonte, v. 23, p. 6-11, set./nov. 2005.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Frances Pinter, 1987.

FREEMAN, C. The economics of technical change: critical survey. **Cambridge Journal of Economics**, London, v. 18, n. 5, p. 463-514, Oct. 1994.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, London, v. 19, n. 1, p. 5-24, Feb. 1995.

GIBBONS, M. et al. **The new production of knowledge: the dynamics of science in contemporary societies**. London: Sage, 1994.

JOIA, L. A. Geração de modelos teóricos a partir de estudos de casos múltiplos: da teoria à prática. In: _____. **Pesquisa qualitativa em administração**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.

KLINE, R. An overview of innovation. In: LANDAU, R; ROSENBERG, N. **The positive sum strategy**. Washington: National Academy Press, 1986. p. 275-306.

LATOUR, B.; WOLGAR, S. **A vida de laboratório**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1997

LUNDEVALL, B. A. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992. p. 146-168.

MARTIN, B. R.; ETZKOWITZ, H. The origin and evolution of university species. **Journal for Science and Technology Studies**, Oslo, v. 13, n. 3/4, p. 9-34, 2000.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 36-76, 1977.

OLIVEIRA, L. O. F.; SALIBA, E. O. S.; RODRIGUES, N. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; AMARAL, T. B. Intake and digestibility of Nelore steers grazing pasture and supplemented with multiple mixture. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 1, p. 61-68, fev. 2004. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352004000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 ago. 2006.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, J.; SANTOS, F. A.; ARAÚJO, R. C. Total replacement of soybean meal by urea or starea in high grain diets on nitrogen metabolism, ruminal ammonia-N concentration and blood parameters in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 738-748, 2004. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982004000300023&lng=en&nrm=iso>. Access on: 01 Aug 2006.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, J.; FERNANDES, J. J. R.; SANTOS, F. A.; ARAÚJO, R. C. Digestibilidade de nutrientes em dietas de bovinos contendo uréia ou amiréia em substituição ao farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 173-178, May/June 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000200011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 01 ago. 2006.

RIP, A.; VAN DER MEULEN, B. The post-modern research system. **Science and Public Policy**, London, v. 23, p. 343-352, Dec. 1996.

SHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. 1942.

SIMON. H. **Models of man**: social and racional. New York: Wiley, 1957.

SIRILI, G. **Conceptualising and mensuring technological innovation**. II conference on technology policy and innovation, Lisboa: agosto de 1998

SOBRAL, F. Desafios das ciências sociais no desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo. **Revista Sociologias**, Porto Alegre, n. 11, jan/jun. 2004.

VIEIRA, M. M. F. V. Introdução à pesquisa qualitativa em administração: questões teóricas e epistemológicas. In: _____. **Pesquisa qualitativa em administração**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.

ZIMAN, J. **Prometheus bound**: science in a dynamic steady state. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 298 p.