

PEDRO CELSO MACHADO JUNIOR

**A IMPORTÂNCIA DA TÉCNICA NO PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS
BIOTECNOLOGIAS: O CASO DOS ADITIVOS PARA NUTRIÇÃO ANIMAL**

Monografia apresentada como requisito obrigatório para aprovação no Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Wladimir Freitas da Fonseca

Curitiba

2013

TERMO DE APROVAÇÃO

PEDRO CELSO MACHADO JUNIOR


A IMPORTÂNCIA DA TÉCNICA NO PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS BIOTECNOLOGIAS: O CASO DOS ADITIVOS PARA NUTRIÇÃO ANIMAL

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

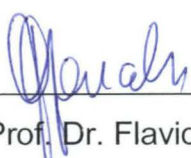
Orientador:



Prof. Dr. José Wladimir Freitas da Fonseca
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR



Prof. Dr. Armando João Dalla Costa
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR



Prof. Dr. Flavio de Oliveira Gonçalves
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR

Curitiba, 21 de Março de 2013

RESUMO

O processo de inovação nas ciências da vida caracteriza-se pela existência de três níveis principais: o nível da ciência, o nível da técnica e o nível da indústria. Nas biotecnologias, por estarem integradas nas ciências da vida, este processo também lhes é particular. A teoria evolucionista preconiza que a inovação dá-se de maneira dinâmica, em que ocorre um aprendizado tecnológico em resposta às necessidades de um mercado. No presente artigo, será ilustrada a importância da técnica no processo de inovação das biotecnologias, ilustrando dita importância lançando-se mão do estudo de caso dos aditivos zootécnicos para nutrição animal. Ao final, verifica-se que a técnica é elemento central no processo de inovação nas biotecnologias.

Palavras-chave: Inovação; Teoria Evolucionista da Inovação; Aditivos zootécnicos; produção avícola; Técnica.

ABSTRACT

The process of innovation in life sciences is characterized by three levels: the level of science, the level of technique and the level of industry. In biotechnologies, once integrated within life sciences, this process also takes place. According to the evolutionary theory, innovation happens in a dynamic manner, in which technical learning happens in response to market needs. In the present article, the importance of technique within the process of innovation in biotechnologies will be illustrated through the example of the case study of the additives for animal nutrition. It is shown that technique is the cornerstone for the process of innovation in biotechnologies.

Keywords: Innovation; Evolutionary Theory of Innovation; Additives; poultry production; Technique.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
1 INTRODUÇÃO	7
2 O PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS BIOTECNOLOGIAS.....	9
3 TEORIA EVOLUCIONISTA	12
4 O FENÔMENO TÉCNICO.....	15
5 O CASO DOS ADITIVOS ZOOTÉCNICOS PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.	17
6 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos (2000 a 2010), viu-se um significativo aumento na produção animal mundial, em especial na produção de carne. Tomando como exemplo a produção mundial de carne de frango, em 2010, atingiu-se o expressivo valor de mais de 78 milhões de toneladas. Dentre os três principais países produtores estão os Estados Unidos, China e Brasil, em ordem decrescente de acordo com volume produzido; os quais, juntos, representam cerca de 53% do total mundial produzido (USDA, 2012). Neste cenário, o Brasil aparece como o principal exportador de carne de frangos desde o ano de 2010 (USDA, 2012). Diversos fatores competem para esse grande potencial produtivo, dentre eles o curto ciclo de vida dos frangos de corte, o alto rendimento de carcaça apresentado por esses animais, e a alta eficiência alimentar. Esses três fatores são decorrentes principalmente do melhoramento genético das aves destinadas para produção de carne, bem como de evoluções nos sistemas de criação, no que tange a melhores condições de instalações, maior entendimento quanto a terapias de suporte à saúde dos animais e melhor entendimento quanto às necessidades nutricionais das aves.

Em se tratando de custos de produção de carne de frango, a alimentação responde por cerca de 70%, uma vez que nos atuais sistemas de produção, estes animais são alimentados exclusivamente com ração. Para se ter uma ideia da demanda por ração nestes sistemas, tomando como base índices atuais obtidos pela indústria brasileira, para cada quilograma de carne de frango produzida, estima-se que seja necessário o consumo de 1,8 a 2 quilogramas de ração. Somente no ano de 2011, foram produzidos no Brasil 64,5 milhões de toneladas de rações (para todas as espécies), movimentando R\$ 40 bilhões somente em matérias-primas (SINDIRAÇÕES, 2012).

Dentre as inúmeras particularidades que podem ser identificadas nos diferentes sistemas de produção animal, e que ganha ênfase no sistema de produção avícola, identifica-se um fator limitante correspondente à disponibilidade e qualidade da fonte de alimentação, cuja base nutricional é composta por grãos de diferentes sortes. Tais grãos são processados e, juntamente com vitaminas, minerais e aminoácidos, utilizados para compor o alimento, ou ração, daqueles animais. Visando uma redução no custo de produção, diversas estratégias são adotadas para que a utilização dos nutrientes presentes no alimento seja maximizada pelos

animais, de maneira a levar a uma melhor eficiência alimentar (entenda-se isto por menor consumo de ração para cada quilograma de carne produzida). Para se definir tais estratégias, previamente, fez-se necessária a identificação de fatores limitantes inerentes aos animais, ao ambiente de criação, bem como ao alimento fornecido, que podem afetar direta ou indiretamente dita eficiência. Neste ponto, é oportuno verificar as contribuições geradas pelas biotecnologias na composição de um sistema produtivo mais eficiente.

Para contextualizar tais contribuições, convém lançar mão dos comentários citados por Valle (2005), que retratam que abiotecnologia pode ser definida como um conjunto de técnicas habilitadoras (*enabling technologies*) de base biológica com perspectiva de aplicação em múltiplos setores da economia e sociedade. Seu caráter pervasivo é perceptível em razão do vasto espectro de técnicas e procedimentos – a maioria deles fortemente baseados em ciência – nela empregados, que abrangem distintas áreas do conhecimento humano, tais como a microbiologia, engenharia química, biologia molecular, fisiologia, imunologia e genética, revestindo a biotecnologia de um caráter fortemente interdisciplinar, conjugando um “bloco de conhecimentos” (*building block*) que combina protocolos de pesquisa já existentes com novos procedimentos científicos derivados de diferentes disciplinas, dentre as quais se destacam a bioquímica, biologia molecular e, mais recentemente, a biologia celular (Fonseca, Silveira & Salles-Filho, 1999). Assim, o desenvolvimento de estudos fundamentais na área da genética possibilitou a determinação de técnicas de melhoramento animal, que por sua vez levaram ao surgimento de linhagens comerciais de frangos de corte de rápido crescimento e com músculos mais abundantes; o desenvolvimento de estudos dos processos fisiológicos da digestão, esclarecendo as necessidades nutricionais dos diferentes tecidos e as dinâmicas de degradação dos diferentes ingredientes nutricionais possibilitaram a determinação dos requerimentos nutricionais específicos para cada espécie animal; e por fim, estudos fundamentais nas áreas de patologia, imunologia e biologia celular esclareceram as relações específicas entre as células e seus produtos com determinados agentes patogênicos, possibilitando o desenvolvimento de técnicas de diagnóstico de doenças, bem como métodos de desinfecção de ambientes e desenvolvimento de vacinas contra doenças que colocam em risco tanto a exploração comercial de animais quanto a saúde animal e humana.

Os exemplos citados acima ilustram brevemente alguns processos de inovação que ocorrem nas biotecnologias e que vieram a impactar positivamente na cadeia de produção de aves, ilustrando o observado por Silveira e colaboradores (2005), que relataram que a agricultura, e toda cadeia produtiva da agroindústria, está entre os setores que mais impacto vem sofrendo desde a descoberta do DNA recombinante e a emergência da biotecnologia moderna na década de 70.

Características comuns aos processos de inovação observados nas biotecnologias são a identificação de um objeto de conhecimento, que nos casos específicos citados previamente estão relacionados à célula animal ao às reações metabólicas de ditas células; seguida por (ou dando origem a) um objeto técnico, que é caracterizado pela determinação de uma metodologia específica de cultivo celular ou determinação das condições específicas de uma determinada reação metabólica; sendo este objeto técnico, uma vez devidamente estabelecido, concretizado em um objeto industrial; pois conforme Fonseca (2006), todo objeto técnico e instrumental finalizado é potencialmente um bem econômico suscetível de ser produzido e, portanto, industrializado.

No presente artigo, pretende-se evidenciar a importância da técnica no processo de inovação nas biotecnologias. Em um primeiro momento, será discutido o processo de inovação sob a ótica da teoria evolucionista. Na sequência será discutida a importância do fenômeno técnico no quadro das biotecnologias conforme Sérís (2000) e por fim, será descrito o caso dos aditivos zotécnicos para nutrição animal.

2 O PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS BIOTECNOLOGIAS.

As biotecnologias, conforme já ilustrado, caracterizam-se por combinarem blocos de conhecimento (*building blocks*) com ferramentas tecnológicas. Tais blocos de conhecimento envolvem, invariavelmente, processos biológicos, os quais se relacionam a diferentes classes de seres vivos (quer sejam microrganismos, quer seja células ou metabólitos celulares de organismos superiores). Dessa maneira, analisar o processo de inovação nas biotecnologias acaba por significar analisar o processo de inovação nas ciências da vida.

Segundo Fonseca (2006)¹, nas ciências da vida, o processo de inovação apresenta três níveis principais. O primeiro nível compreende o nível da ciência, em que se parte de uma problemática de maneira a elucidar algo em torno de um objeto científico. Contextualizando este objeto no caso da ração animal, o objeto de conhecimento é o sistema gastrointestinal do animal, em que se estuda através da bioquímica, biologia celular e fisiologia, as principais reações que acontecem durante o processo de digestão, reações estas relacionadas aos compostos (sucos gástrico e pancreático, por exemplo) produzidos pelo organismo e secretados de maneira a degradar os nutrientes presentes na ração em componentes assimiláveis pelo epitélio intestinal do organismo animal. Assim, verificam-se as enzimas envolvidas no processo de digestão e a dinâmica normal deste processo, bem como os metabólitos formados durante este processo. Tendo-se definido o primeiro nível, chega-se ao segundonível, que é o da técnica. Neste caso, adota-se como objeto técnico a simulação do processo de digestão de determinados compostos pouco digestíveis pelo organismo animal, visando a um melhor aproveitamento da ração ingerida. Assim, o objeto técnico pode ser a produção, caracterização e estabilização de determinada enzima capaz de digerir tal componente, enzima esta produzida por determinado microrganismo, por exemplo. Finalizando-se este processo de estabelecimento do objeto técnico, uma vez manipulado um meio de cultura que viabilize a multiplicação do microrganismo produtor da enzima que promoverá uma digestão mais eficiente, bem como padronizada a técnica de estabilização desta enzima, de maneira a viabilizar sua adição à ração animal com intuito de melhorar sua eficiência de utilização, chega-se ao objeto industrial, que é o terceiro nível do processo de inovação. Neste caso específico, o objeto industrial compreende a padronização e o escalonamento da enzima de interesse, de maneira a tornar sua adição à ração animal economicamente viável.

Diante do exposto acima faz-se importante apresentar um esquema sugerido por Fonseca e Mignot (2003), em que se faz possível vislumbrar a passagem dos

¹É necessário neste momento do artigo separar dois conceitos que embora sejam diferentes e distintos estão intimamente ligados, a saber: as ciências da vida e as biotecnologias. Enquanto as biotecnologias são um conjunto de técnicas à disposição para manipular o ser vivo, conforme descrito mais acima, as ciências da vida representam um conjunto de conhecimento puro ou fundamental sobre o ser vivo. Nestes termos, as ciências da vida servem de base à investigação das biotecnologias.

objetos de conhecimento, técnico e industrial no processo de inovação para então apresentar uma proposta para o objeto do presente artigo.

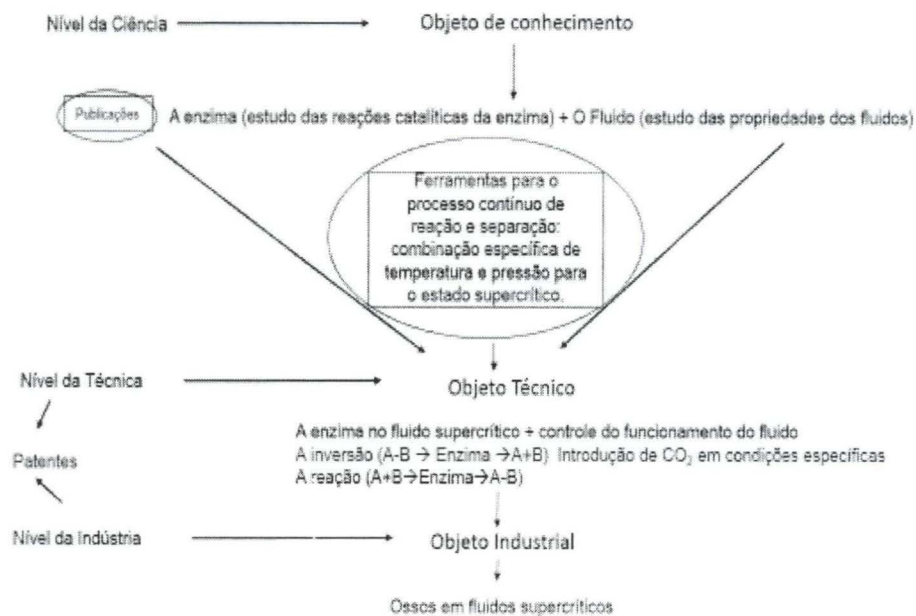


Figura 1. Esquema demonstrando passagem do objeto de conhecimento ao Objeto industrial. Fonte: Adaptado de Fonseca e Mignot (2003).

É possível, a partir da figura acima, observar a importância dos três objetos no contexto da inovação. Quanto ao objeto de conhecimento, este somente é denominado como tal quando o pesquisador se interroga “por quê” determinada enzima sobrevive no meio aquoso e quando retirada daquele ambiente ela perece. O objeto técnico, surge, por sua vez, quando o cientista se interroga “como” é possível fazer com que aquela enzima sobreviva no meio que não lhe é próprio (no caso, os fluidos supercríticos). Neste caso ele está manipulando o ambiente e a própria enzima transformando-se num objeto técnico onde era um objeto de conhecimento. A partir do momento em que a enzima foi manipulada e é possível replicá-la em escala, tal enzima deixa de ser um objeto de conhecimento, não mais um objeto técnico, tornando-se um objeto industrial.

A partir desta proposta acima é possível examinar o caso da ração animal no estudo de caso que será investigado mais à frente.

3 TEORIA EVOLUCIONISTA

Avaliar o processo de inovação utilizando-se da ótica evolucionista significa adotar um enfoque maior na dinâmica da própria inovação assim como nas características do entorno socioeconômico, abordando as relações destes dois campos sob um ponto de vista dinâmico. Tal motivo levou a escolha desta teoria para poder vislumbrar o fenômeno da inovação no caso em tela. Considerando as possíveis teorias que explicam a inovação como a teoria da agência, a teoria dos custos de transação ou mesmo a teoria schumpeteriana, a teoria evolucionista surge como uma proposta renovadora na medida em que fixa sua atenção para o processo de aprendizagem e rotinas, sejam elas observáveis no seio da indústria ou num laboratório de biotecnologia.

Nestes termos, a análise evolucionista concebe o desenvolvimento tecnológico não apenas inerente à firma e à estrutura de mercado no qual dita firma está inserida, mas sim como um processo evolutivo, dinâmico, acumulativo e sistêmico, fazendo-se necessário para seu entendimento, a integração das relações de interação dialética entre o desenvolvimento das tecnologias e a dinâmica econômica (DEZA, 1995).

Na teoria evolucionista, a tecnologia aparece como algo que se desenvolve gradualmente à medida que se difunde, ocorrendo em um contexto industrial, econômico e social específico, mantendo um feedback permanente dentro deste contexto.

NELSON E WINTER (1982) discutiram de maneira ampla acerca da ideia de que a lógica do avanço técnico seja oferecer produtos cujos atributos sejam superiores aos já existentes. Estes autores delinearam o que veio a ser denominado de Teoria Evolucionista, devido à analogia feita com a teoria biológica de mesmo nome, desenvolvida por Darwin e Lamarck no século XIX. Para aqueles autores, o processo de inovação, ao envolver um alto grau de incerteza antes e após sua introdução, gera um contínuo desequilíbrio de mercado que implica em lucros supranormais para os inovadores, imitação ou morte para as firmas não pioneiras, barreiras para os entrantes potenciais e o aparecimento de novos produtos que influenciarão a organização da indústria no que concerne à sua relação com fornecedores e clientes. Subjacente a este processo dinâmico de configuração ou modificação estrutural provocado pelas estratégias inovadoras, está a introdução do

tempo e da incerteza que lhe são inerentes. Assim, o processo inovativo caracteriza-se pela incerteza, altos custos e longo prazo de maturação, sendo a incerteza um dos elementos centrais do conceito de inovação. DOSI (1990) descreve a inovação como “um processo de aprendizagem e descoberta sobre novos produtos, novos processos produtivos e novas formas de organização econômica, sobre as quais, anteriormente, os atores econômicos se utilizavam apenas para opiniões importantes desestruturadas, em oportunidades inexploradas, e que posteriormente são verificadas e selecionadas em mercados de consumo”. É neste ambiente evolucionista onde a inovação ocorre a partir de um processo de acumulação de conhecimento (por meio de procedimentos e rotinas) que é possível verificar a inovação no segmento de ração animal sobretudo quando se observa o caso que será discutido mais a frente.

NELSON E WINTER (1982), partindo de princípios neoclássicos de racionalidade maximizadora, apresentaram os conceitos de busca e seleção embora tenham rejeitado a teoria neoclássica. Estes conceitos foram criados e embasados na ideia de que as informações são limitadas e, portanto, quem toma as decisões não pode prever se os resultados serão ótimos. Desta forma, observando o processo de produção, onde pode ser analisado o nível de conhecimento tecnológico que a empresa possui, dado que as empresas não têm à sua disposição todas as técnicas disponíveis, elas passam a utilizar um sistema de busca. Com a impossibilidade de prever os resultados das decisões, as empresas usam o critério da seleção, que parte do pressuposto de que as empresas que possuem as melhores técnicas se desenvolvem mais. Assim, o critério de seleção se aplica, escolhendo a técnica que seja melhor *ex post*. Devido à incerteza dos resultados, NELSON E WINTER não consideram um modelo de equilíbrio.

Por outro lado DOSI (1984) considerou que as estratégias adotadas pelas empresas estão condicionadas às estruturas delas mesmas, ou seja, as possíveis estratégias estão limitadas pela estrutura do próprio setor e do regime tecnológico presente na empresa, que irão definir até onde a empresa pode agir. Dessa forma, é possível acompanhar o surgimento da necessidade de transformação das tecnologias através de novos paradigmas tecnológicos. Este modelo, denominado “modelo estrutural frágil”, constrói uma hierarquia que tenta romper com a dicotomia entre a abordagem macroeconômica do comportamento inovador e a dinâmica do sistema em seu conjunto. Para o autor, existem três

grandes sistemas: o científico, o tecnológico e o econômico, e focaliza nesta distinção a análise das relações entre o sistema tecnológico e as variáveis econômicas. A tecnologia é vista de forma ampla, englobando não somente os elementos materiais, mas também o conhecimento e a experiência adquirida ao longo do tempo. Dessa forma a empresa parte de conhecimentos já adquiridos para buscar melhorias e desenvolvimento, de forma que as suas possibilidades dependem do que já se fez no passado. Por isso, o progresso técnico é considerado cumulativo. A tecnologia também depende dos mecanismos de busca e aprendizagem para melhoria da eficiência e desenvolvimento do processo produtivo.

É importante destacar ainda que os três grandes sistemas propostos por DOSI (1984) são aqueles que este artigo pretende mostrar como elementos ou variáveis que animam e guiam a inovação: o objeto de conhecimento, o objeto técnico e o objeto industrial. DOSI (1984) expõe a ideia de paradigmas e trajetórias tecnológicas. Dentro deste contexto, a direção do progresso técnico aparece como solução dos problemas e necessidades levantadas dentro de um paradigma, focando os esforços na exploração das oportunidades tecnológicas que este oferece, e também exercendo um poderoso efeito de exclusão com relação a outras possíveis alternativas. Assim, a trajetória tecnológica define-se como um padrão de solução normal de problemas dentro de um paradigma tecnológico (DEZA, 1995). Cada paradigma tecnológico possui um procedimento e mecanismo de pesquisa próprio, bem como uma lógica no tipo de soluções encontradas que caracterizam o desenvolvimento das tecnologias ao longo do tempo. A partir daí emerge uma ideia de progresso dentro de um paradigma como resultado de melhoras de trade-offs entre todas as dimensões que o configuram, tais como campo de aplicação, tecnologia material, propriedades físico-químicas a explorar, dimensões tecnológicas e econômicas.

DOSI (1984) expõe que as contribuições científicas atuam de maneira crescente nos processos de inovação. As atividades de P&D apresentam crescente complexidade, que fazem com que os processos de inovação sejam objeto de planificação em longo prazo pelas empresas e agentes, dando luz à hipótese de que a inovação surge como resposta dos produtores frente às mudanças nas condições do mercado. Uma parte importante da inovação se origina no *learning-by-doing* e está incorporada nas pessoas e organizações. A crescente formalização institucional da pesquisa, ainda conservando uma natureza intrínseca incerta, indicaria um

conjunto de eleições tecnológicas que seriam reconhecidas ex-ante. A mudança tecnológica não ocorre ao acaso, mas sim possui direção definida pelo estado das tecnologias em uso; a possibilidade de que as empresas e organizações consigam avanços tecnológicos é função, entre outras coisas, do nível tecnológico conseguido por elas previamente.

4 O FENÔMENO TÉCNICO

A ideia central deste artigo é que a técnica guia e orienta a transferência de conhecimento entre o nível da ciência e o nível da indústria (Fonseca, 2005). Nestes termos, pelo menos nas ciências da vida, onde se constitui a base da biotecnologia, não é possível perceber a inovação sem a técnica.

Para tanto, faz-se necessário reconhecer que os objetos técnicos se opõem aos objetos naturais, que são os resultados da ação das leis causais da natureza como o fruto de uma árvore ou um cascalho de uma rocha. Segundo Séris (2000), a definição preliminar do objeto técnico pode se referir ao uso possível: objeto técnico é qualquer objeto que possa entrar, como um meio, ou o resultado nos requisitos da atividade técnica. A desvantagem é que a transformação material, como a extração do minério no veio da mineração, em que a rocha, separada pela ação da britadeira, pertencerá ao todo, um pouco contra a nossa vontade. Mas pode ser legítimo aceitá-la, uma vez que antes da ação técnica que leva ao alvo ou matéria-prima, rocha e veio não são individualizados, exceto pelo olho do geólogo ou o objetivo da geologia (Séris, 2000).

Desta forma, no caso das biotecnologias, em especial em se tratando de biotecnologias na nutrição animal, se reconhece o objeto técnico quando o objeto natural, por exemplo uma célula do epitélio intestinal de uma ave, torna-se objeto de interrogação do cientista e em seguida este mesmo objeto que é um objeto de conhecimento é manipulado pelo cientista e portanto ao perder suas características originais o transforma em objeto técnico manipulável diferente do que era numa etapa anterior.

Em se tratando do fenômeno técnico, nas palavras de Séris (2000), examinar a técnica no seu fenômeno, consiste em reconhecer os seus caracteres essenciais e objetivos, sem segundas intenções escatológicas e ignorando que julgamento deveremos, em definitivo, pronunciar sobre o nosso tempo. A descrição

objetiva do mundo da técnica revela três características fundamentais, que são a "sistematicidade", a "normatividade" e a "historicidade", que permitem aceder ao núcleo essencial do fenómeno técnico.

No que tange à sistematicidade, a ideia de sistema permite pensar a técnica para além dos limites impostos pela pura instrumentalidade. De fato, conceber o fenómeno técnico como um universo complexo e plural de múltiplas mediações significativas, constituindo um sistema de mudanças e comunicação permanente, em que se encontra implicada a totalidade social, viabiliza a compreensão da racionalidade técnica.

A normatividade traduz um traço constitutivo da essência da técnica. A normatividade da técnica constitui os paradigmas do presente, porém não implica que tais paradigmas sejam imutáveis, permitindo um processo dinâmico ao longo do tempo, criando valores que orientam a lógica interna dos sistemas tecnológicos. Juntamente à normatividade, há a historicidade do fenómeno técnico, que, necessariamente, coloca o problema da continuidade e/ou da ruptura, representando, na perspectiva de Sérís (2000), uma sucessão de sínteses, um processo aleatório de revoluções, um devir onde a vontade individual do sujeito ocupa um lugar secundário, que é comprovado, de forma categórica, pela impotência que o homem revela perante a irreversibilidade do devir tecnológico.

Dois aspectos centrais devem ser discutidos quando se tem presente a técnica em Sérís (2000). O primeiro deles está relacionado à normatividade da técnica, ou seja, os paradigmas em a técnica está envolvida. Nos exemplos tratados no presente artigo, a normatividade se traduz, por exemplo, nas técnicas ancestrais de separação de animais para acasalamento e apuração da raça (o homem conhecia biotecnologia sem mesmo conhecer a escrita) onde separa os animais para acasalar e ter melhores crias ou buscava melhores encostas para plantação considerando saber o melhor solo de cultivo. Esta normatividade conduz o processo de inovação e o orienta. Por outro lado, poder-se-ia pensar em técnicas mais novas ou pseudo novas quando se percebe que um vinho novo precisa de pressão atmosférica mais elevada para guardar sua maturidade. Mas já se sabia disso há centenas de anos, quando os franceses, ingleses, portugueses ou italianos procuravam as montanhas mais arenosas para produzir suas uvas e mais tarde o vinho. Neste processo de melhoria, e portanto de inovação, não raro a técnica está sendo conduzida por determinados paradigmas e portanto de normatividade.

Outro aspecto importante que deve ser destacado em Sérís (2000), é o caso do devir tecnológico ou o futuro tecnológico que para ele é irreversível.

De fato, este devir irreversível (ou futuro predestinado) da inovação é um fenômeno do desenvolvimento das sociedades humanas na medida em que o processo de inovação das economias é uma variável para seu crescimento, e portanto de novos produtos, que surgem para se manter num mercado; o novo em oposição ao antigo ou mais ainda, o mais performante em oposição ao singular, no sentido de comum.

Assim, quando Sérís propõem a normatividade em conjunção ao devir tecnológico ele apresenta dois elementos incontornáveis das sociedades humanas.

5 O CASO DOS ADITIVOS ZOOTÉCNICOS PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.

Tendo abordado as questões fundamentais sobre o processo de inovação à luz da teoria evolucionista e demonstrada a importância da técnica como objeto central deste processo, chega-se ao momento de descrever o caso dos aditivos zootécnicos para alimentação animal.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), órgão que regulamenta a produção e comercialização de produtos destinados tanto à nutrição quanto à saúde animal, define aditivos zootécnicos como qualquer substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais (IN nº 13 de 30/11/2004 do MAPA). Dentro desta classificação, incluem-se as enzimas, ou aditivos enzimáticos, que são adicionadas à ração animal visando melhorar os processos de digestão de determinados componentes da ração ou ainda possibilitando a digestão de componentes não degradáveis pelos animais, o que acarretaria em uma melhora no desempenho. Os aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam o processo digestivo melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta.

As enzimas são proteínas de alta complexidade molecular que, sob condições ideais de temperatura, pH e umidade, atuam sobre substratos específicos. Estão presentes nas reações biológicas de síntese e degradação, agindo como catalisadores (aceleradores) destas reações. Como é da natureza dos catalisadores, as enzimas não são consumidas durante as reações, permanecendo-se ativas e

voltando a atuar em uma nova reação. Essa característica possibilita a adição de enzimas em baixíssimas quantidades à ração animal, levando a um ótimo rendimento.

Com relação à utilização de enzimas na nutrição animal, de acordo com sua finalidade, podem-se distinguir dois tipos: enzimas destinadas a complementar, de maneira quantitativa, as enzimas digestivas produzidas pelos animais (endógenas); e enzimas que não são sintetizadas pelos animais (exógenas), ou o são em baixa quantidade. Para o caso específico a ser abordado, atenção será dada às enzimas exógenas, em especial as β -glucanases. β -glucanases são enzimas que promovem a hidrólise de β -glucanos, que são polissacarídeos não amídicos (PNA) encontrados nos grãos comumente utilizados na alimentação animal. Os PNA não são digeríveis pelas aves, em especial, e quando incluídos em grande quantidade na dieta podem causar aumento da viscosidade intestinal, reduzindo, por consequência, a digestibilidade de outros componentes da dieta, comprometendo o desempenho dos animais (CONTE et al., 2003). Assim, a incorporação de β -glucanases à dieta das aves conferiria uma vantagem aos avicultores, pois promoveria uma melhor digestão do alimento, bem como possibilitaria a incorporação de maiores quantidades de matérias-primas com maiores concentrações deste PNA. Deste modo, o aumento crescente da produção avícola, impulsionado pelo aumento da demanda por proteína animal, levou a uma maior demanda por grãos para a alimentação daqueles animais. A demanda crescente por grãos não apenas levaria a um aumento na produção destes como também faria os avicultores e outros produtores de proteína animal procurarem alternativas de maneira a reduzir custos de produção, visando uma maximização do lucro. Conforme já comentado em seções anteriores, o principal componente do custo de produção de aves é a alimentação, de maneira que aumentos na eficiência alimentar impactariam diretamente sobre o custo de produção dos animais. Desta forma, a disponibilização da enzima β -glucanase para incorporação à dieta das aves faria face à hipótese levantada por DOSI (1990), de que a inovação surge como resposta dos produtores frente às mudanças nas condições do mercado.

Com relação à produção das enzimas, em especial da enzima β -glucanase, estas podem ser produzidas através de processos de isolamento de material de origem vegetal ou animal ou de processos de fermentação com base em fungos ou bactérias. Esta identificação das possibilidades de produção da enzima tanto a partir

de células vegetais quanto de processos de fermentação constituem o objeto de conhecimento.

Em relação aos sistemas de produção por fermentação, estes têm sido mais utilizados, pois conseguem produtos mais uniformes a um custo mais atraente. A síntese biológica de β -glucanase pode ser obtida por várias espécies de microrganismos, como leveduras, fungos e bactérias, sendo que as fermentações obtidas por fungos e bactérias são mais usadas para síntese industrial. É importante ressaltar que os microrganismos não sintetizam uma β -glucanase específica, mas um conjunto de enzimas com propriedades químicas diferentes e mesma especificidade (Jayus et al., 2001). A síntese consiste primeiramente em biorreatores, onde são adicionados cepas de fungos e/ou bactérias, juntamente com um meio de cultura (Suzuki et al., 2001).

Posteriormente, o material é purificado e a atividade enzimática determinada (figura 2).

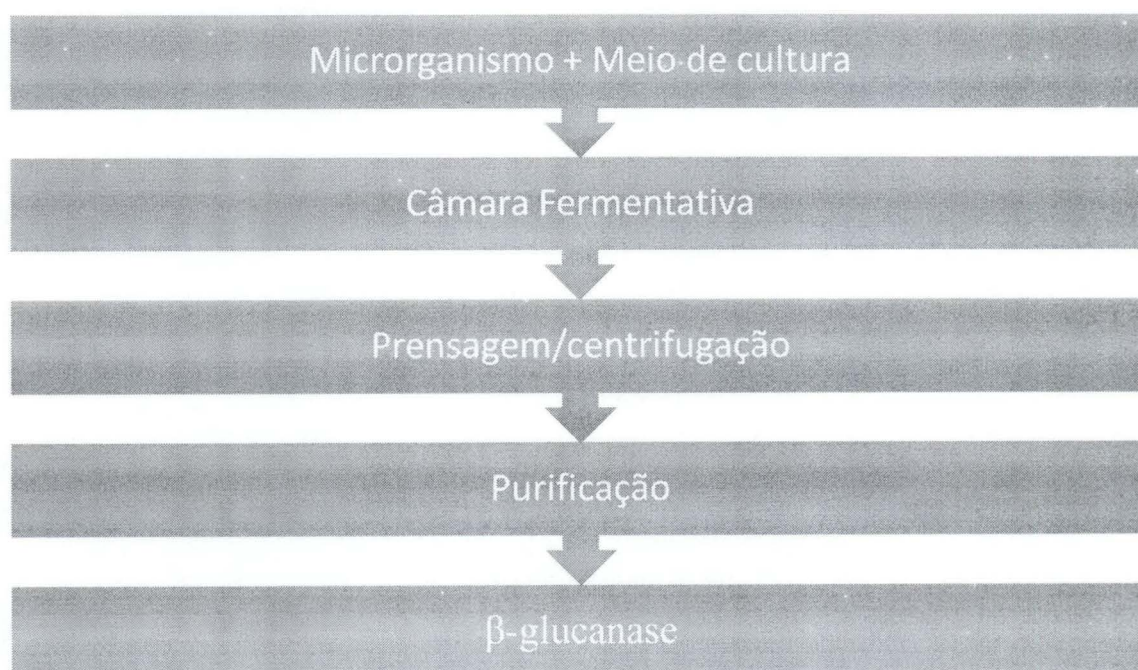


Figura 2. Demonstração do processo de produção de β -glucanase (fonte: o autor)

Na figura 2, baseando-se no que já foi abordado em seções anteriores, pode-se identificar o objeto técnico aqui claramente definido, que é o procedimento de cultura e purificação de determinado microrganismo produtor de β -glucanase, convertido em objeto industrial, dando origem ao produto comercializável (β -glucanase). No entanto, há uma especificidade quanto à alimentação de aves, em

especial, frangos de corte, que ainda não foi abordada, mas que é de extrema importância para que seja evidenciado o papel central da técnica no processo de inovação deste aditivo tecnológico (enzima β -glucanase). Tal especificidade é que, no Brasil, uma prática comum na produção avícola é a peletização, que consiste em submeter a ração, após a mistura dos componentes, a um processo térmico, em que se aplica calor, sob a forma de vapor, e pressão, por meio da passagem da ração misturada em um equipamento (peletizadora) com a finalidade de promover a aglutinação destes componentes, visando melhorar a ingestão por parte dos animais. Um detalhe importante deste processo é que, facilmente, são atingidas temperaturas superiores a 80°C, temperatura esta que faz com que as enzimas percam sua atividade.

Dessa forma, a produção de β -glucanase termosensível não possibilitaria a perfeita difusão deste produto no mercado avícola brasileiro, em que cerca de 90% das rações de frangos de corte são peletizadas, pois seu uso seria limitado àqueles produtores que não utilizam a peletização.

Para resolver o problema da estabilidade, poder-se-ia seguir dois caminhos: o primeiro seria voltar ao objeto de conhecimento e identificar um novo microrganismo produtor de enzima naturalmente termoestável; e o segundo seria desenvolver uma técnica de estabilização da enzima já caracterizada. Uma solução seria, portanto, a incorporação de uma etapa adicional ao processo produtivo da β -glucanase de maneira a propiciar uma maior difusão no mercado avícola, que seria a etapa de revestimento ou proteção. Tal processo poderia ser esquematizado conforme descrito na figura 3.

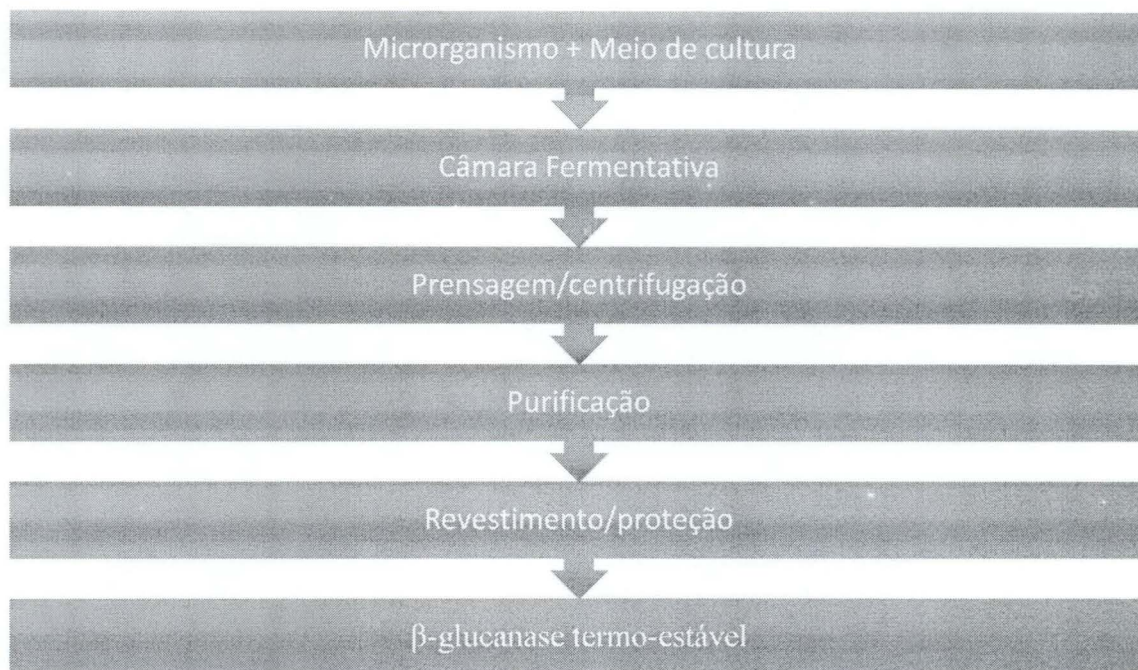


Figura 3. Demonstração de processo de produção de β -glicanase termo-estável com incorporação de etapa (retângulo verde) ao processo produtivo. Fonte: O autor.

Dessa forma, o objeto técnico já existente ganha mais corpo, pois faz-se necessária a incorporação de mais uma etapa ao processo produtivo.

Percebe-se, a partir do exemplo citado, que a técnica aparece como elemento central e decisivo no processo de inovação dos aditivos zootécnicos para nutrição animal. Diante do exposto, é possível então apresentar uma figura que contemple os três níveis do conhecimento, conforme verificou-se anteriormente.

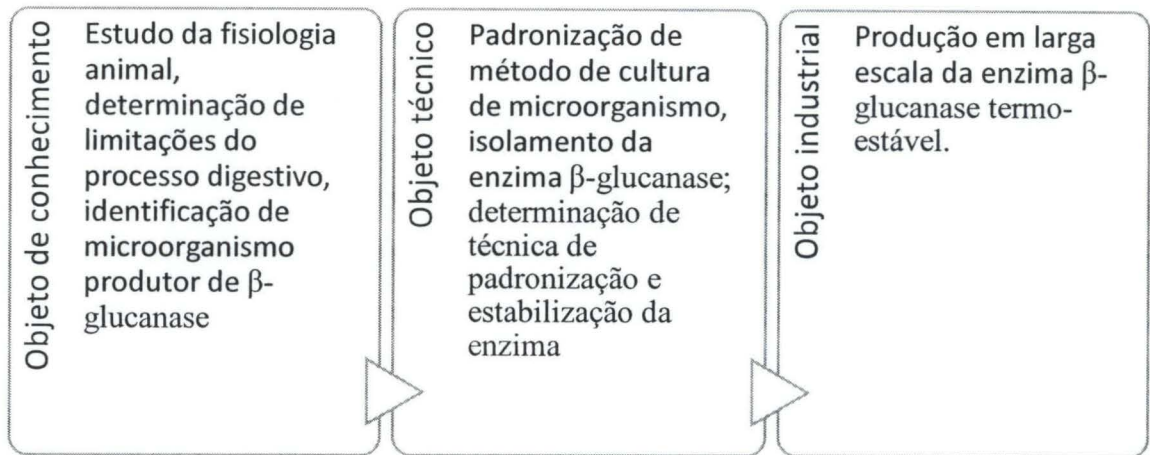


Figura 4. Determinação dos três níveis do processo de inovação para o caso dos aditivos zootécnicos para nutrição animal, em específico, a β -glucanase termoestável.

A figura 4 sumariza o que foi discutido no presente artigo. Percebe-se claramente que, partindo da elucidação de um problema, as limitações do processo digestivo de aves de corte em especial, determinou-se que enzima seria potencialmente benéfica para otimizar tal processo, bem como um microorganismo produtor desta enzima. Este é o primeiro nível da inovação. Na sequência, trabalhou-se em elucidar como padronizar métodos ideais de cultivo in vitro de determinado microorganismo produtor da enzima, bem como como isolar esta enzima. Posteriormente, dada uma necessidade do mercado específico em que dita enzima seria utilizada, procurou-se determinar como estabilizá-la. Este foi o segundo nível do processo de inovação. Uma vez de posse do microorganismo produtor da enzima, bem como das técnicas de cultivo do mesmo e de isolamento e estabilização da enzima, partiu-se para a produção da mesma em escala, gerando o aditivo zootécnico para nutrição animal, concretizando, portanto o terceiro nível do processo de inovação, que é a obtenção do objeto industrial.

6 CONCLUSÃO

No presente artigo, pode-se perceber como se dá o processo de inovação nas biotecnologias através do exemplo do caso dos aditivos zootécnicos para nutrição

animal, em que ilustrou-se a importância da técnica para que o processo de inovação se completasse. Percebeu-se, com auxílio dos pressupostos da teoria evolucionista, que por conta de uma demanda de mercado, ou seja, em resposta a uma exigência de melhorar o rendimento da produção de frangos de corte, foi possível que a incorporação do aditivo enzimático em tela fosse incorporado à dieta dos animais. Para tanto, adaptações no processo produtivo desta enzima foram necessárias, evidenciando a dinâmica do processo de inovação, em que se verificou a necessidade destas adaptações, as quais, uma vez aprendidas pelas empresas produtoras, viabilizaram a difusão do aditivo no mercado de nutrição animal. Assim, percebeu-se a inovação como um processo dinâmico, em que se evidenciou a interação entre os sistemas científico, tecnológico e industrial, colocando-se o sistema tecnológico como elo obrigatório para a concretização da inovação no caso dos aditivos zootécnicos para nutrição animal.

REFERÊNCIAS

CONTE, A.J., et al. **Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz.** In: R. Bras. Zootec., v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

DEZA X.V. **Las teorías evolucionistas de la innovación.** Economía de la innovación y del cambio tecnológico. Madrid: Siglo Veintiuno de España, 1995.

DOSI, G. **Technical Change and Industrial Transformation: The Theory and Application to the Semiconductor Industry.** Macmillian Press. London (cap.2, itens 2.1 e 2.2), 1984.

DOSI, G. **The Nature of the innovative process,** in DOSI (org.), Technical Change and Economy Theory, Pinter Publishers, London, 1990

FONSECA, J.W.F. **L'industrialisation dès Connassances das lês Sciences du Vivant: lê role de la technique.** Thèse de Doctorat. Université de Toulouse I. França press, 2005.

FONSECA, J.W.F.; MIGNOT, J.P. **La construction des relations Recherche-Industrie dans les Sciences du Vivant: problèmes théoriques et pratiques.** (pp.105-106) in L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant. Ed. L'Harmattan (Troisième chapitre), 2003.

FONSECA, M.G., SILVEIRA, J.. & SALLES FILHO, S. **“Brazilian Recent Biotechnology Development: Challenges and Opportunities for the consolidation of its knowledge building blocks”** IN: Proceedings of 4TH International Conference Technology: Policy and Innovation, 1999.

JAYUS; MCDUGALL, B. M.; SEVIOUR, R. J. **Purification and proper- ties of 1,6-β-glucanase from Acremonium sp. IMI 383068.** Enzyme and Microbial Technology, v. 29, p. 194-200, 2001.

MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.** Instrução normativa número 13, de 30 de novembro de 2004. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/legislacao> acessado em 12 de Dezembro de 2012.

NELSON R.R., WINTER S.G. **An evolutionary theory of economic change.** Cambridge: Harvard Univ. Press, 1982.

SÉRIS, J.-P. **La technique.** Presses Universitaires de France, 2000.

SINDIRAÇÕES. **Setor de alimentação animal**. São Paulo: Sindiracões, 9p. 2012.

SILVEIRA, J. M. F. J. *et al.* **Alimentos transgênicos. Biotecnologia e agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação**. São Paulo Perspec. p.101-114, abr./jun. 2005.

SUZUKI, K.; YABE, T.; MARUYAMA, Y.; ABE, K.; NAKAJIMA, T. **Characterization of recombinant yeast α -1,3-glucanase (Exg 1p) expressed in Escherichia coli cells**. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, v. 65, n. 6, p. 1310-1314, 2001.

.USDA. **United States Department of Agriculture**. Foreign Agricultural Service. Disponível em <http://www.fas.usda.gov/gats/ExpressQuery1.aspx>; acessado em 10 de dezembro de 2012.

VALLE, M. G. **Sistema nacional de inovação em biotecnologia no Brasil: Possíveis Cenários**. Dissertação em Política Científica e Tecnológica. São Paulo: Unicamp, 2005.