

---

# UMA DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE A CULTURA CIENTÍFICA DA BIOTECNOLOGIA: AS RELAÇÕES DA ACADEMIA COM A CIÊNCIA INDUSTRIAL E O GOVERNO

---

ENSAIO – ADMINISTRAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Ana Sílvia Rocha Ipiranga

Doutora em Psicologia do Trabalho e da Organização pela Università degli Studi di Bologna (Itália). Professora Adjunta do Programa de Mestrado Acadêmico em Administração da Universidade Estadual do Ceará – Fortaleza-CE, Brasil  
E-mail: ana.silvia@pesquisador.cnpq.br

Recebido em: 27/3/2009

Aprovado em: 14/5/2010

## RESUMO

O presente ensaio, ao considerar que a razão contemporânea é uma ação no mundo, pretende articular uma discussão sobre a realidade dos estudos científicos tendo como base os conceitos de “referências circulantes e operações de translação”, a partir do esquema analítico dos diferentes circuitos, para reconstruir a circulação em rede dos fatos científicos, segundo Latour (2001). Considera ainda o conceito de “prática científica”, segundo Rabinow (1999), e a descrição da tríade – técnica, conceito e sistema experimental – que está implicada nas descobertas científicas. Com base nesses conceitos e esquemas, descreve a cultura científica da biotecnologia, destacando a interação dos três principais participantes do Sistema de Inovação – universidade, governo e empresa – na formação do *milieu* biotecnológico. Conclui que um passo fundamental para a compreensão da cultura científica da biotecnologia seria a inserção etnográfica nos “lugares científicos”, que possibilitaria a pesquisa de como estas novas formas/eventos catalisam atores, coisas, temporalidades/especialidades para uma nova montagem, produzindo novas competências. Destaca ainda as implicações dessa discussão para a área da Administração da Ciência & Tecnologia e Inovação.

**Palavras-chave:** Cultura Científica, Biotecnologia, Sistema de Inovação.

## A THEORETICAL DISCUSSION ON THE BIOTECHNOLOGICAL SCIENTIFIC CULTURE: ACADEMIC RELATIONS WITH INDUSTRIAL SCIENCE AND THE GOVERNMENT

## ABSTRACT

*This essay, by considering that contemporaneous reason is an action in the world, articulates a discussion about the reality of scientific studies based on the concepts of “circulating references and transfer operations”, from the analytical schemes of different circuits, to reconstruct the circulation network of scientific facts according to Latour (2001). Considered also is the concept of “scientific practice” according to Rabinow (1999) and description of the triad – technique, concept and experimental system – that is implicated in scientific discoveries. Based upon these concepts and schemes, biotechnological scientific culture is described, highlighting interaction of the three main participants in the system of innovation – university, government and industry – in the formation of the biotechnological milieu. It was concluded that a fundamental step for the comprehension of the biotechnological scientific culture would be the ethnographic insertion in “scientific places” that would make possible research of how these new forms/events catalyze actors, things, temporalities/spatiality for a new assemblage, producing new skills. Also emphasized are the implications of this discussion for the area of Administration of Science, Technology and Innovation.*

**Key words:** Scientific Culture, Biotechnology, Innovation System.

## UNA DISCUSIÓN TEÓRICA SOBRE LA CULTURA CIENTÍFICA DE LA BIOTECNOLOGÍA: LAS RELACIONES DE LA ACADEMIA CON LA CIENCIA INDUSTRIAL Y EL GOBIERNO

### RESUMEN

*El presente ensayo, al considerar que la razón contemporánea es una acción en el mundo, pretende articular una discusión sobre la realidad de los estudios científicos teniendo como base los conceptos de “referencias circulantes y operaciones de traslación”, a partir del esquema analítico de los diferentes circuitos, para reconstruir la circulación en red de los hechos científicos, según Latour (2001). Considera todavía el concepto de “práctica científica”, según Rabinow (1999), y la descripción de la tríada – técnica, concepto y sistema experimental – que está implicada en las descubiertas científicas. Con base en esos conceptos y esquemas, describe la cultura científica de la biotecnología, destacando la interacción de los tres principales participantes del Sistema de Innovación – universidad, gobierno y empresa – en la formación del milieu biotecnológico. Concluye que un paso fundamental para la comprensión de la cultura científica de la biotecnología sería la inserción etnográfica en los “lugares científicos”, que haría posible la investigación de cómo estas nuevas formas/eventos catalizan actores, cosas, temporalidades/espacios para un nuevo montaje, produciendo nuevas competencias. Destaca aún las implicaciones de esa discusión para el área de la Administración de la Ciencia & Tecnología e Innovación.*

**Palabras-clave:** *Cultura Científica, Biotecnología, Sistema de Innovación.*

## 1. INTRODUÇÃO

Nestas últimas décadas, os trabalhos de Rabinow (1999) têm se baseado na hipótese de que a categoria “vida” passa por uma modernização paralela àquela ocorrida com “sociedade” no século passado. Ao problematizar a “modernização da vida”, o autor enfatiza que vivemos num momento em que novas práticas que consideram o que significa ser *antropos* estão em produção e em circulação. O autor dialoga com os estudos sociais da ciência elaborados por, entre outros, Thomas Kuhn, Bruno Latour e Donna Haraway, diálogo que evidencia, predominantemente, as práticas cotidianas nos laboratórios científicos e focaliza como as grandes abstrações da “ciência” também são produtos dessas práticas locais (BIEHL, 1999).

Nesse contexto, Rabinow (1999) propõe que a antropologia contemporânea crie novas maneiras de se engajar nos procedimentos de pesquisa da cultura científica e de “analisar os *logoi*, as ciências e compreensões que estão emergindo ao redor do material constitutivo da vida”. Com a sua etnografia da ciência, o autor salienta que esta também é cultura, real e construtiva, e que não existe fora das relações de saber e poder. Como é produzido este saber? Como é representado e disseminado culturalmente? O autor baseou seus questionamentos na razão científica ao tomar a razão contemporânea como o seu objeto antropológico e sugerir pensar a antropologia como nominalismo: “A razão, a despeito de qualquer outra coisa que possa ser, é uma relação social historicamente localizável, uma ação no mundo – um conjunto de práticas” (RABINOW, 1999:16).

Para o autor, uma vez que tais compreensões são incorporadas, o campo está pronto para reavaliações e tomada de novas direções, sendo a etnografia um passo fundamental nesse processo. Dessa forma, o autor sugere aproximar-se dos “lugares científicos” onde novas formas/eventos emergem e investigar como essas formas/eventos catalisam atores, coisas, temporalidades/espacialidades para uma nova montagem, produzindo novas competências (RABINOW, 1999).

Sobre o uso da etnografia nos estudos da cultura científica, Peirano (1997), tomando como exemplo o livro de Rabinow (1996) *Making PCR – A Story of Biotechnology*, afirma que depois da longa tradição em que fazer a antropologia tinha como

aspecto distintivo as distâncias culturais e geográficas, a etnografia “foi trazida para casa”, tornando-se um fenômeno “multissituado”, com objetos de estudo descontínuos quando focalizados da perspectiva de um sistema mundial.

No campo da biotecnologia, Rabinow (1996), citando o exemplo da PCR (*Polymerase Chain Reaction*), ressalta a necessidade de análise histórica de uma invenção que poderá distinguir-se das definições legais do que é uma invenção. Não é suficiente formular um conceito, pois o avanço científico inclui o trabalho de demonstrar que o conceito pode ser formalizado numa prática. Para esse trabalho, Rabinow (1999) sugere a descrição da tríade técnica, conceito e sistema experimental, utilizada no trabalho diário e implicada em qualquer descoberta científica.

Uma discussão semelhante é articulada por Latour (2001), na qual o autor afirma que os “estudos científicos” rejeitam a ideia de uma ciência desvinculada do resto da sociedade, podendo ser definidos como um projeto cujo objetivo consiste em eliminar por inteiro essa divisão. Para o autor, a única maneira de compreender a realidade dos estudos científicos é acompanhar o que eles fazem de melhor, ou seja, prestar atenção aos detalhes da “prática científica”. O autor acredita também que os laboratórios científicos são lugares excelentes, nos quais é possível entender a produção da certeza.

Nesse âmbito, Latour (2001), visando uma “política de coisas”, propõe estudar empiricamente a questão epistemológica da “referência científica” a partir da captação da “diferença prática” entre o abstrato e o concreto, o signo e o móvel. Ao considerar a referência científica como algo que circula em um determinado campo, o autor propõe concentrar-se no próprio “caminho” e observar e estender a cadeia de transformações e translações sempre que uma referência verificada circular ao longo de substituições constantes (LATOUR, 2001).

Para isso, Latour (2001) concebe o esquema analítico dos cinco diferentes circuitos, os quais os estudos científicos precisam considerar para reconstruir a circulação em rede dos fatos científicos e a partir dos quais a cultura científica da biotecnologia poderá ser “fabricada” e “construída”, em termos de interconexões crescentemente densas entre os diversos atores científico-tecnológicos, sociais e econômicos.

Enfatizando a importância de descrever as características do *milieu* biotecnológico, Rabinow (1996) cita vários estudos que apontam a mudança radical ocorrida na década de 80 no âmbito das relações institucionais e normativas entre as universidades e o mundo da indústria. Nesse período, uma das práticas características das empresas de biotecnologia foi fomentar as conexões entre o mundo universitário e a indústria, a fim de minimizar as diferenças entre eles.

Considera-se ainda que a partir do surgimento da biotecnologia moderna, também chamada de 3ª geração ou genômica, estabeleceu-se um debate sobre seu potencial de alterar as estruturas industriais existentes, conformando um novo paradigma de produção. Em razão do caráter genérico das técnicas biotecnológicas, que permitem uma grande variedade de aplicações possíveis, alguns analistas prognosticaram seu efeito de possível criação de novos setores industriais e de modificação das fronteiras dos anteriormente existentes, mediante novas possibilidades de bionegócios e de bioempreendedorismo. Assim sendo, as empresas de biotecnologia são atores protagonistas nessa área, tanto por sua cooperação no desenvolvimento socioeconômico quanto por sua contribuição na pesquisa científica (PEREZ, 2002).

Nesse contexto, a literatura pertinente apresenta a questão das relações entre universidade e empresa como inserida num contexto maior que envolve o governo, importante indutor do desenvolvimento econômico e tecnológico por meio de políticas de estímulo à inovação e, em alguns casos, especialmente o brasileiro, financiador de grande parte da infraestrutura de Ciência & Tecnologia (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; FONSECA, 2001).

O enfoque sistêmico das interações entre universidade, empresa e governo emergiu na América Latina tendo por base o modelo do Triângulo de Sábato, proposto pelo sociólogo argentino Jorge Sábato (TERRA, 2001). Algum tempo depois surgiu o modelo da *triple helix* (Hélice Tríplice), postulando que as interações empresa, universidade e governo são a chave para o aperfeiçoamento de condições para a inovação numa sociedade baseada no conhecimento (ETZKOWITZ, 2004; ETZKOWITZ; KLOFSTEN, 2005).

Segundo Etzkowitz (2004) e Etzkowitz e Klofsten (2005), esse arranjo institucional conhecido como *triple helix* postula a interação entre os três principais participantes do Sistema de Inovação – universidade, governo e empresa. Nesse contexto, salienta-se a abordagem de tradição schumpeteriana dos Sistemas de Inovação, que desloca o foco da produção para a questão da inovação, considerando esta um processo iterativo em vez de linear. Essa abordagem enfatiza o processo no qual empresas, em relação umas com as outras, são apoiadas por diferentes organizações privadas e governamentais inseridas em um contexto institucional mais amplo (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1985; SUTZ, 1997).

Propõe-se como objetivo deste ensaio articular uma discussão teórica sobre a realidade dos estudos científicos tendo como base os conceitos de “referências circulantes e operações de translação”, a partir do esquema analítico, segundo Latour (2001), dos cinco diferentes circuitos para reconstruir a circulação em rede dos fatos científicos. Em um segundo momento, conceitua-se a “prática científica” de Rabinow (1999) tendo como base a descrição da tríade técnica, conceito e sistema experimental, utilizada no trabalho diário e implicada em qualquer descoberta científica. A seguir, descreve-se a cultura científica da biotecnologia, destacando-se a interação dos três principais participantes do Sistema de Inovação – universidade, governo e empresa – na formação do *milieu* biotecnológico. Na última seção são tecidas algumas considerações finais, sugeridos estudos empíricos futuros e destacadas as implicações dessa discussão para a área da Administração da Ciência & Tecnologia e Inovação.

## **2. OS ESTUDOS CIENTÍFICOS: “REFERÊNCIAS CIRCULANTES E OPERAÇÕES DE TRANSLAÇÃO”**

Para Latour (2001), os “estudos científicos” rejeitam a ideia de uma ciência desvinculada do resto da sociedade e podem ser definidos como um projeto cujo objetivo consiste em eliminar por inteiro essa divisão. Para o autor, a única maneira de compreender a realidade dos estudos científicos é acompanhar o que eles fazem de melhor, ou seja, prestar atenção aos detalhes da prática científica.

Nesse âmbito, Latour (2001), visando uma “política de coisas”, propõe estudar empiricamente a questão epistemológica da “referência científica” a partir da captação da “diferença prática” entre o abstrato e o concreto, o signo e o móvel. O autor, ao discutir sobre as lacunas entre as palavras e o mundo e sobre os distintos domínios ontológicos da linguagem e da natureza, propõe o conceito de um fenômeno inteiramente diverso, denominado “referência circulante”, com o objetivo de compreender mais concretamente “a tarefa prática da abstração e o que significa mudar um estado de coisas em assertiva” (LATOUR, 2001:64).

Etimologicamente, a palavra referência vem do latim *referre*, que significa “trazer de volta”. Nesse sentido, o autor coloca a questão: o referente é aquilo que se “designa com o dedo, fora do discurso, ou é aquilo que trago de volta para o interior do discurso?” (LATOUR, 2001).

Latour (2001) explica que existe, no campo dos experimentos científicos, um movimento indireto, arresado e tentacular – que se processa por meio de sucessivas camadas de transformação tornadas visíveis pela elaboração das “inscrições” e da descrição do “conteúdo técnico”, que incluem diferentes processos de seleção, centralização, grafia e limpeza: “A cada passo, a maior parte dos elementos se perde, mas também se renova [...] cada etapa é matéria para aquilo que a sucede e forma para aquilo que a precede”; nas etapas, “cada seqüência flui ‘para diante’ e ‘para trás’, razão pela qual se amplifica o duplo sentido do movimento de referência”. Para o autor, conhecer não é apenas explorar, mas também conseguir refazer os próprios passos, seguindo a trilha demarcada, pois ao longo dessas etapas sucessivas nos vinculamos a um mundo alinhado, transformado e construído (LATOUR, 2001:90, 91, 96).

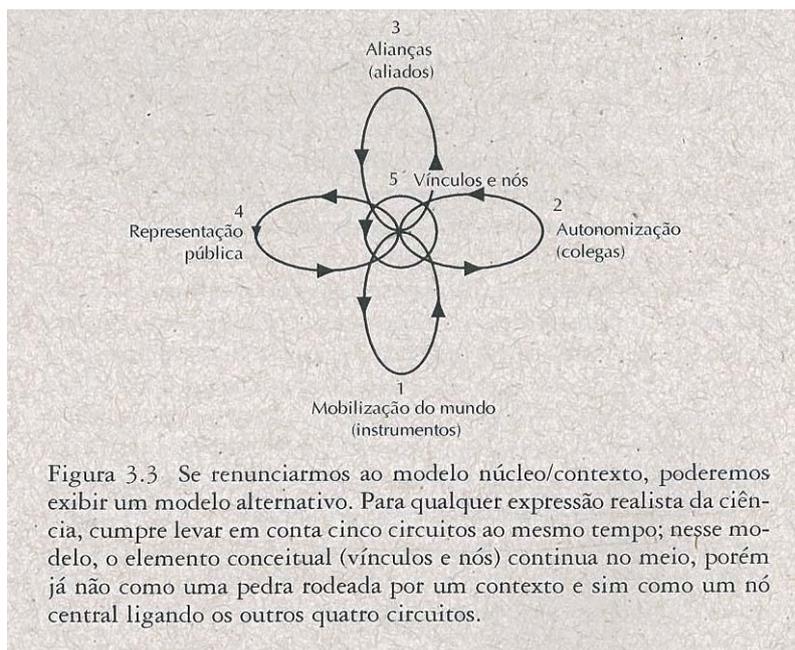
Ao considerar a referência científica como algo que circula em um determinado campo, Latour (2001) propõe concentrar-se no próprio “caminho” e observar e estender a cadeia de transformações e translações sempre que uma referência verificada circular ao longo de substituições constantes. O autor enfatiza que a observação desse caminho mudará a nossa compreensão das conexões entre uma disciplina científica e o mundo social.

Dessa forma, os “estudos científicos”, ao invés de separarem de um lado a ciência pura e de outro a política pura, revelarão, *a posteriori*, as conexões entre ciência e política. A ideia de “translação” possibilita o entendimento, segundo um sistema de orientação e alinhamento, dos fluxos que vêm do lado da política e vão para o lado das ciências, e dos que vêm do lado das ciências e seguem as “referências circulantes”, ensejando alguma possibilidade de encontro entre eles no meio ao invés de desvio (LATOUR, 2001).

As operações de translação transformam as questões políticas em questões de técnica e vice-versa, mobilizando em rede (*networks*) uma mistura de “agentes humanos e não humanos” numa controvérsia de operações de convencimento (LATOUR, 1994).

Para isso, Latour (2001) propõe um modelo com cinco diferentes circuitos que os estudos científicos precisam considerar para reconstruir a circulação em rede dos fatos científicos (Figura 1). O autor afirma que, para qualquer expressão realista da ciência, cumpre levar em conta os cinco circuitos ao mesmo tempo, dentre os quais o elemento conceitual (vínculos e nós) continua no meio, como um nó central ligando os outros quatro circuitos.

**Figura 1: Modelo da Circulação dos Fatos Científicos**



Fonte: LATOUR, 2001:118.

1. Mobilização do mundo. É o primeiro circuito apresentado pelo autor, entendido como os meios pelos quais os “não-humanos” são progressivamente inseridos no discurso. Este primeiro circuito trata de expedições e levantamentos por meio de instrumentos e equipamentos, mas também de sítios e do campo empírico nos quais todos os objetos do mundo assim mobilizados estão reunidos e contidos. Na mobilização do mundo, as coisas se apresentam sob uma forma que as torna prontamente úteis nos debates entre cientistas, e, por meio desta, o mundo se converte em argumentos.

2. Autonomização (colegas). Para o autor, uma maior credibilidade nos experimentos, expedições e levantamentos pressupõe um colega capaz de, ao mesmo tempo, criticá-los e utilizá-los. Este segundo circuito diz respeito ao modo pelo qual uma disciplina, uma profissão, uma facção se tornam independentes e engendram seus próprios critérios de avaliação e relevância. Além disso, trata da história das associações doutas, bem como das “panelinhas”, grupos e discussões que constituem a base de todos os relacionamentos entre pesquisadores e que têm de continuar a fluir e envolver outros colegas.

3. Alianças (aliados). Para o autor, nenhum instrumento pode ser aperfeiçoado, nenhuma

disciplina pode tornar-se autônoma, nenhuma instituição nova pode ser fundada sem este terceiro circuito. Este circuito refere-se à necessidade de empenho para mobilizar grupos que antes não se relacionavam e para tornar o público interessado, a fim de inserir a disciplina num contexto suficientemente amplo e seguro, garantindo-lhe assim existência e continuidade. Para o autor, a história que mais promove o conhecimento de nossas sociedades é a história de como novos não-humanos se mesclaram à existência de milhões de novos humanos.

4. Representação pública. Para o autor, neste circuito os mesmos cientistas que precisam viajar o mundo para convencer colegas e assediar ministros ou conselhos de diretoria têm de cuidar de suas relações com outro mundo exterior formado por civis: repórteres, pessoas comuns, etc. O autor enfatiza ainda que a representação pública da ciência pode ser ainda maior porque a informação não apenas flui dos outros três circuitos para o quarto, mas também dá corpo a outras inúmeras proposições dos próprios cientistas sobre seu objeto de estudo.

5. Vínculos e nós. O autor enfatiza que, do primeiro circuito em diante, em nenhum momento nos afastamos do curso da inteligência científica em ação, e que neste quinto circuito, por se tratar de um

nó no centro da rede, é preciso manter juntos inúmeros recursos heterogêneos. O que os estudos científicos almejam explicar é a relação entre o “tamanho” deste quinto circuito e o dos outros quatro. “Um conceito não se torna científico por estar distanciado do restante daquilo que ele envolve, mas porque se liga mais estreitamente a um repertório bem maior de recursos”. Da mesma forma se reflete sobre o conteúdo conceitual de uma ciência:

[...] disciplinas difíceis precisam de conceitos mais amplos e mais exigentes que as disciplinas fáceis, não por estarem “mais distantes” do resto do mundo dos dados, colegas, aliados e espectadores – os outros quatro circuitos –, mas porque o mundo que elas agitam, abalam, movem e vinculam é muito maior (LATOUR 2001:127).

Para Latour (2001), se não se dar atenção à inteireza desse esforço científico, pode-se ter a impressão de que existe, de um lado, uma série de contingências e, de outro, um conteúdo conceitual de maior importância, o que desencadeia a mutilação do “sistema circulatório da ciência”.

No âmbito dos estudos científicos, o autor propõe acompanhar essa operação elementar de translação a fim de entender como, na prática, ocorre a passagem de um registro a outro, pois “a percepção de que a referência é algo que circula muda a nossa compreensão das conexões entre uma disciplina científica e o restante de seu mundo” (LATOUR, 2001:97).

### **3. PRÁTICAS CIENTÍFICAS: “TÉCNICA, CONCEITO E SISTEMA EXPERIMENTAL”**

Rabinow (1999) baseia-se na análise dos tipos particulares de articulação do saber e do poder propostos por Foucault (2005), que considera que o trabalho do intelectual é identificar as formas específicas da verdade e do poder e as suas inter-relações na nossa história.

No livro *Vigiar e Punir*, Foucault (2007) concentrou sua atenção nas práticas que os sujeitos modernos produzem, ou seja, procurar no presente aquelas práticas que oferecem a possibilidade de uma nova maneira de agir. Seguindo essa linha de pensamento, Foucault (2008) diagnosticou o “biopoder” como a forma específica de saber-poder do nosso tempo, definido como a maneira pela qual

nossas práticas contemporâneas tornam efetiva uma ordem na qual o homem ocidental é tido como saudável, seguro e produtivo. Nesse contexto, a “biopolítica” baseou-se na racionalização, vigente desde o século XVIII, dos “problemas postos à prática governamental pelos fenômenos próprios de um conjunto de viventes constituídos em população: saúde, higiene, natalidade, longevidade, raças [...]” (FOUCAULT, 2008:431). Segundo as análises de Rabinow (1999), os desdobramentos do “biopoder” nos oferecem um dispositivo para entendermos o tipo de seres humanos que somos hoje e para percebermos que, se olharmos a realidade a partir dessa interpretação, muitas coisas começarão a fazer sentido.

Kuhn (1998) e seus seguidores afirmaram que a “ciência normal” é uma prática na qual os cientistas conduzem suas discussões com referência a exemplos que lhes são comuns. Ao considerar que as “práticas de racionalidade” constituem um amplo campo ainda não mapeado, Rabinow (1999) trabalha com a hipótese de que é possível analisar a razão da mesma maneira com que outros objetos etnográficos são analisados, ou seja, como “um conjunto de práticas sociais e complexas relações pragmáticas com uma congeneridade de símbolos”.

Estudos etnográficos posteriores mais restritos às práticas de laboratório, como os de Latour (2001) e de Latour e Woolgar (1997), além de questionarem a compreensão positivista e idealista da ciência como uma atividade unificada que alcança uma compreensão cumulativa da natureza, também tinham como objetivo demolir a própria ideia de ciência.

Canguilhem (2009) conceitua ciência como um discurso verificado num setor delimitado da experiência. Com base nesse conceito, Rabinow argumenta que a ciência é uma

exploração da norma da racionalidade em ação, com uma crença na sua historicidade e pluralidade e desta forma diversas ciências em ação somente existem em momentos históricos particulares: física não é biologia; a história natural do século XVIII não é genética do final deste século (RABINOW, 1999:126).

Assim, para Canguilhem (2009), a história da ciência é a história de um objeto, um discurso histórico que tem uma história, enquanto a ciência é a ciência de um objeto que não é uma história e que não tem história. Rabinow (1999) explica que, ao

utilizar seus métodos, a ciência divide a natureza em objetos, que são, em certo sentido, secundários, mas não derivados; pode-se dizer que são tanto construídos quanto descobertos.

Com base nessa assertiva, Deleuze (2005) releva que o melhor exemplo da assim chamada era do “*surhomme*”, ou do “após-homem”, conforme definido por Rabinow (1999), na qual a “finitude”, enquanto empiricidade, dá lugar a um jogo de forças e formas classificadas de “*fini-illimité*”, é o DNA: uma infinidade de seres pode surgir, e surgiu, a partir da descoberta das quatro bases que constituem o DNA. E é nesse sentido, segundo Rabinow (1999), que novas práticas, sobretudo no âmbito da ciência da biotecnologia, estão marcando época e estão surgindo nos domínios do trabalho e da vida.

No contexto da biotecnologia, Rabinow (1996), citando o exemplo da PCR (*Polymerase Chain Reaction*), ressalta a necessidade de análise histórica de uma invenção que poderá distinguir-se das definições legais do que é uma invenção. Não é suficiente formular um conceito, pois o avanço científico inclui o trabalho de demonstrar que o conceito pode ser formalizado numa prática.

Para esse trabalho, Rabinow (1999) sugere a descrição da tríade técnica, conceito e sistema experimental, utilizada no trabalho diário e que está implicada em qualquer descoberta científica. O autor evidencia que as relações entre estes elementos – técnica, conceito e sistema experimental – são variáveis e que a forma assumida num momento particular por essa relação é uma questão empírica.

Considera-se ainda que, após o desenvolvimento de um sistema experimental no qual o conceito possa ser transformado em uma prática e formulado experimentalmente, devem-se produzir resultados que vão ao encontro das normas de evidências publicáveis. Enfim, para que uma prática se torne científica, é necessário colocá-la numa forma escrita que esteja de acordo com as normas da comunidade. Não há dúvida de que resultados não contam como fatos científicos sem antes passarem por sistemas experimentais e por publicações (RABINOW, 1999).

Uma descrição realizada no *milieu* biotecnológico não poderia omitir uma avaliação da particularidade dos inventos biotecnológicos. Para

se chegar a essa particularidade, Rabinow (1999) sugere utilizar o termo “máquina”, conforme esquema analítico proposto por Gilles Deleuze: “Nem mecânica, nem orgânica [...] a “máquina” é uma proximidade-coleção de seres humanos-instrumentos-animais-coisas. A máquina precede estes termos porque é a linha abstrata que os atravessa e os faz funcionar”. Nesse sentido, “máquina” se refere a um evento complexo, heterogêneo e contingente (técnico, científico, institucional, discursivo, cultural), e aponta para a emergência de novas práticas e novos atores (RABINOW, 1999:187).

Rabinow lembra que, apesar de a tríade citada acima ter caráter eurístico e assim ser útil e adequada, ela separa o objeto de investigação do *milieu* específico no qual ele emergiu, qual seja, o contexto das relações entre a ciência da biotecnologia, a universidade (academia), as empresas e o mercado (ciência industrial), no caso específico da biotecnologia, a Cetus Corporation nos anos 80. Tal deslocalização, enfatiza o autor, talvez seja algo aceitável para um biocientista, para quem a história das técnicas, conceitos e sistemas experimentais utilizados no trabalho diário deve ser colocada normalmente entre parênteses, a fim de que este trabalho prossiga. No entanto, para quem procura entender o que os biocientistas fazem, isso é uma limitação inaceitável, o que é amplamente demonstrado pelos estudos sociais da ciência (RABINOW, 1999).

Corroborando a importância de focar o contexto das relações entre os vários agentes participantes do *milieu*, Etzkowitz (1998), Paula (2005) e Reis (2006) enfatizam que, para obter um protótipo que atenda às necessidades de mercado e cuja tecnologia seja viável, é necessário gerir um intercâmbio visando a difusão da informação entre os agentes, a fim de permitir que os membros de uma equipe recorram continuamente aos conhecimentos e habilidades uns dos outros e de outras equipes participantes, para aumentar suas próprias habilidades.

Esse fluxo de informação deve acontecer não somente no âmbito do laboratório, mas também entre este e o mercado, por meio de agentes externos aos laboratórios que possam ajudar na aproximação da tecnologia desenvolvida com os potenciais clientes. Isso permite que as pesquisas acadêmicas estejam aptas a atender às necessidades do mercado, alcançando, com os seus frutos, ganhos

não apenas científicos, mas também econômicos (ETZKOWITZ, 1998; PAULA, 2005; REIS, 2006).

O desafio, então, é conseguir que esse resultado de laboratório seja incorporado a novas tecnologias e inovações que possam orientar o surgimento de novos empreendimentos acadêmicos de base tecnológica, e que os laboratórios sirvam ao setor produtivo, promovendo o desenvolvimento industrial e, em consequência, o desenvolvimento econômico das nações.

#### **4. A CULTURA CIENTÍFICA DA BIOTECNOLOGIA: AS RELAÇÕES DA ACADEMIA (UNIVERSIDADE E CENTROS DE PESQUISA) COM A CIÊNCIA INDUSTRIAL (EMPRESAS E MERCADO) E O GOVERNO**

Do ponto de vista da ciência e da tecnologia, há um crescente aumento da velocidade do ciclo da inovação, que leva da descoberta e da invenção até a disponibilização para a sociedade de novos bens e serviços.

Ao lado desse fenômeno, descortina-se um conjunto de atividades e setores que se caracterizam como os novos vetores do progresso científico e do desenvolvimento tecnológico, tais como: a microeletrônica, novos materiais, química fina, nanotecnologia e biotecnologia.

A engenharia genética, segundo a bióloga molecular Mae-Wan Ho (1999), é um conjunto de técnicas para isolar, modificar, multiplicar e recombinar genes de diferentes organismos, que permite que os cientistas transfiram genes entre espécies que jamais se cruzariam na natureza, como, por exemplo, genes de peixe colocados em um morango ou genes humanos inseridos em vacas ou ovelhas. Criam-se, assim, novos organismos transgênicos. Conforme sublinha Rabinow (1999), a biologia e a química deixaram de ser somente moleculares e começaram a se tornar biotecnológicas. O maior e mais concorrido empreendimento de biotecnologia realizado até agora foi o projeto Genoma Humano, que objetiva identificar e mapear a sequência genética inteira da espécie humana.

Em particular, pertence ao campo da biotecnologia uma série de conquistas cujo retorno para a sociedade se dá: na forma de alimentos

providos por uma nova agricultura, baseada em um enorme aparato de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e operada em bases tecnológicas avançadas; na forma de medicamentos de nova geração, em substituição aos químicos tradicionais, com profundas implicações na indústria farmacêutica; no meio ambiente, pela possibilidade de uso de elementos menos danosos quanto ao impacto ambiental, entre outras conquistas igualmente significativas.

Segundo Krimsky e Ennis (1991), em menos de uma década a biologia molecular, a genética e a bioquímica passaram por uma dupla transformação:

Em primeiro lugar, foram transformadas enquanto ciências básicas na esteira das descobertas do *splicing* e da síntese dos genes. Em segundo lugar, foram transformadas enquanto instituições sociais à medida que se consumava o casamento entre a academia e a ciência industrial (RABINOW, 1999:164).

Eisenberg (*apud* RABINOW, 1999:165) enfatiza que existe o consenso de que, pelo menos na área das biociências, o limite entre pesquisa básica e pesquisa aplicada foi redefinido:

Não só a defasagem histórica entre as duas desmoronou como se tornou difícil caracterizar certos problemas da pesquisa como pertencentes a outra categoria [...] Notáveis descobertas científicas são feitas em laboratórios industriais e invenções patenteáveis são feitas nos laboratórios das universidades.

Nesse contexto, Rabinow (1996) evidencia que durante a década de 90 surgiram vários fatores que reformularam as práticas científicas, com diferentes implicações para essas mudanças: “a emergência de computadores pessoais, a mudança da lei de patentes, a entrada massiva de capital de risco na ‘alta tecnologia’”.

Consistente com a análise de redes (*networks*) proposta por Latour (2001), o contexto da cultura científica da biotecnologia poderá ser construído em termos de interconexões crescentemente densas entre os diversos atores: científico-tecnológicos, culturais, sociais e econômicos.

Rabinow (1996), enfatizando a importância de descrever as características do *milieu* biotecnológico, cita vários estudos que apontam a mudança radical ocorrida na década de 80 no âmbito das relações institucionais e normativas entre as universidades e o mundo da indústria.

Nesse período, uma das práticas características das empresas de biotecnologia foi fomentar as conexões entre o mundo universitário e a indústria, a fim de minimizar as diferenças entre eles (RABINOW, 1999).

Rabinow (1999) cita um artigo intitulado “Laços acadêmico-corporativos na área da biotecnologia”, de Krinsky e Ennis (1991), que documenta a aceleração da tendência de aumento da interconexão entre as biociências sediadas na universidade e a indústria. Com base na ideia de “laços com o mundo dos negócios”, o estudo indica que, em 1988, 37% dos cientistas biomédicos e geneticistas pertencentes à Academia Nacional de Ciências mantinham laços formais com a indústria biotecnológica.

Segundo esses estudos, as empresas industriais estavam financiando um quarto da pesquisa em biotecnologia desenvolvida nas instituições de ensino superior, e quase um quarto dos cientistas da universidade pertencentes a departamentos relevantes para a biotecnologia contava com algum tipo de apoio da indústria. Nos Estados Unidos – considerando-se a confluência de vários elementos, como o estímulo à transferência de tecnologia, os avanços na engenharia genética, os precedentes na lei de patentes e na proteção dos negócios, a injeção maciça de capital de risco no mundo da tecnologia – pode ser legitimamente considerada uma data-marco para uma nova constelação emergente de saber e poder (RABINOW, 1999).

Rabinow (1999) lembra que até recentemente os produtores da verdade nas biociências eram recompensados principalmente com um capital simbólico, e que durante a década de 80 desenvolveram-se maneiras de transformar o capital simbólico em capital monetário e vice-versa. A conversão de um em outro, do campo do poder em campo da cultura, e o contrário, foi facilitada e acelerada no interior desse setor. Os capitais simbólico, monetário e político formam agora um imbricado círculo vicioso.

Nessa mesma década, verificou-se a entrada do governo nessas relações por meio da formulação de políticas públicas. Nesse sentido, Rabinow (1999:163) releva que o Congresso americano aprovou a Lei de Patentes e Marcas com o objetivo de

envidar esforços no sentido de desenvolver uma política homogênea de patentes que venha estimular o estabelecimento de relações cooperativas entre as universidades e a indústria e, em última análise, tirar da prateleira e colocar no mercado invenções financiadas pelo governo.

O objetivo da nova política era estimular o avanço tecnológico e um vínculo mais íntimo entre a pesquisa desenvolvida na universidade e a indústria. Nesse contexto, releva-se o papel da lei na formalização da ciência contemporânea, sobretudo o seu uso como uma tática comercial: “Concepção, desenvolvimento e aplicação são questões científicas; invenção é uma questão tratada por advogados de patentes” (RABINOW, 1999:191).

A literatura pertinente apresenta o tema das relações entre universidade e empresa como inserido num sistema maior no qual as relações se estendem também ao governo, importante indutor do desenvolvimento econômico e tecnológico, mediante políticas de estímulo à inovação, e, em alguns casos, especialmente o brasileiro, financiador de grande parte da infraestrutura de ciência e tecnologia (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; FONSECA, 2001).

Nesse contexto, alguns estudos que analisaram a relação entre a pesquisa realizada no setor público e o desenvolvimento de indústrias no campo da biotecnologia em regiões periféricas evidenciaram a existência de um setor público de pesquisa em biotecnologia relativamente bem desenvolvido e uma indústria de biotecnologia fraca. Os resultados levantaram questões sobre a predominância de um modelo de desenvolvimento tecnológico linear no contexto dessas redes de relações, ressaltando as influências entre aqueles que fazem a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) e aqueles que promovem a inovação. Um alto nível de P&D é uma condição necessária para estimular a inovação, mas não basta. A P&D deve ser integrada por meio de várias e diferentes ações para corrigir deficiências no sistema de inovação regional (TODT *et al.*, 2007).

Por outro lado, e especialmente em setores de alta tecnologia como o de biotecnologia, observa-se um contexto relacional em que aparecem novas formas organizacionais modulares, nas quais as alianças construídas promovem benefícios diretos e indiretos às empresas. As hipóteses que baseiam esses trabalhos unem as posições diretas e, sobretudo, as indiretas das empresas participantes da rede às suas

capacidades de inovação (SALMAN; SAIVES, 2005).

O enfoque sistêmico das interações entre universidade, empresa e governo emergiu na América Latina por meio do modelo do Triângulo de Sábato, proposto pelo sociólogo argentino Jorge Sábato (TERRA, 2001). Neste, ocorrem intrarrelações, inter-relações e extrarrelações entre os agentes, que fortalecem a competitividade socioeconômica, porém de forma rígida (PLONSKI, 1995).

Mais recentemente emergiu o modelo da *triple helix* (Hélice Tríplice), postulando que as interações entre empresa, universidade e governo são a chave para o aperfeiçoamento de condições para inovação numa sociedade baseada no conhecimento (ETZKOWITZ, 2004; ETZKOWITZ; KLOFSTEN, 2005).

O modelo da hélice tríplice diferencia-se do Triângulo de Sábato pelo seu dinamismo, imprimido pela espiral das relações entre universidade, empresa e governo. Universidade e empresa, esferas institucionais distintas e relativamente separadas, estão assumindo tarefas anteriormente específicas de uma e de outra. O governo, por sua vez, exerce um movimento contraditório de estímulo e pressão sobre as instituições acadêmicas para que desempenhem papel maior na inovação (TERRA, 2001). Etzkowitz e Leydesdorff (2000) defendem que a universidade deve ser a instituição núcleo do setor do conhecimento.

Segundo Etzkowitz (2004) e Etzkowitz e Klofsten (2005), esse arranjo institucional conhecido como *triple helix* postula a interação dos três principais participantes do Sistema de Inovação – universidade, governo e empresa. Nesse contexto, salienta-se a abordagem de tradição schumpeteriana dos Sistemas de Inovação, que desloca o foco da produção para a questão da inovação, considerando esta um processo interativo em vez de linear e enfatizando o processo no qual empresas, em relação umas com as outras, são apoiadas por diferentes organizações privadas e governamentais inseridas em um contexto institucional mais amplo (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1985; SUTZ, 1997).

A partir do surgimento da biotecnologia moderna, também chamada de 3º geração ou

genômica, foi estabelecido um debate sobre seu potencial de alterar as estruturas industriais existentes, conformando um novo paradigma de produção. Em razão do caráter genérico das técnicas biotecnológicas, que permite uma grande variedade de aplicações possíveis, alguns analistas prognosticaram seu efeito revolucionário, no sentido da possível criação de novos setores industriais e da modificação das fronteiras dos anteriormente existentes por meio das novas possibilidades de bionegócios e do bioempreendedorismo (PEREZ, 2002).

Assim sendo, as empresas de biotecnologia são atores protagonistas nessa área, tanto por sua cooperação no desenvolvimento econômico quanto por sua contribuição na pesquisa científica. Nesse sentido, destaca-se o surgimento de empresários “schumpeterianos” que saberiam explorar o potencial de aplicação comercial das novas descobertas científicas, aplicando-as de forma inovadora. Aponta-se a existência de “janelas de oportunidade” para pequenas empresas inovadoras, mesmo nos países em desenvolvimento, uma vez que os momentos de “ruptura do paradigma” seriam mais propícios a esses novos entrantes e ao estreitamento do *gap* com os países desenvolvidos (PEREZ; SOETE, 1988).

Para Rabinow (1999), os autores que escrevem sobre essas novas relações institucionais tendem a considerar que as normas institucionais gerais da indústria da biotecnologia são, basicamente, como as de outros negócios, regidas pelo lucro, pela eficiência e pela produtividade. Por outro lado, enquanto a atenção se manteve focada no impacto dos modelos industriais sobre a academia, os intercâmbios opostos foram ignorados. No entanto, tal adaptação recíproca tem diversos aspectos que merecem ser estudados, entre os quais a maneira pela qual ela facilitou o traslado do *status* acadêmico para a legitimidade industrial no mundo do capital de risco, um mundo que possibilitou a indústria sob sua forma atual, sobretudo ao atribuir um valor monetário à propriedade intelectual muito antes de um produto estar pronto para o mercado (RABINOW, 1999).

Rabinow (1999) aponta ainda a questão da bioética, da biossegurança e da ética ambiental. Para o autor, hoje, mais do que nunca, a legitimidade das biociências se apoia na pretensão de produzir saúde, depois de ter-se inclinado de

forma tão pronunciada na direção de fins quase utilitários (“quase” no sentido de que “saúde”, tal como riqueza, é um meio simbólico sujeito à inflação e à deflação). Agora, a comunidade das biociências corre o risco de que a mera produção da “verdade” se mostre insuficiente para “comover” os capitalistas detentores de capitais de risco, os escritórios de patentes e os autores científicos, dos quais as biociências dependem cada vez mais para a sua recém-encontrada riqueza.

Para Rabinow (1999), o que é perturbador para o senso comum bem informado é a existência de uma cisão entre o apregoado caráter daquele que busca a verdade e os resultados científicos. Nesse sentido, a partir de 1980 vemo-nos confrontados com uma nova virada na longa história das relações entre verdade e virtude, poder e cultura. A suposição de Rabinow (1999) é de que, no futuro, a nova genética deixará de ser uma metáfora biológica para a sociedade moderna e se tornará uma rede de circulação de termos de identidade e lugares de restrição, em torno da qual e por meio da qual surgirá um tipo verdadeiramente novo de autoprodução, que o autor denomina de “biossociabilidade”.

Se na “sociobiologia” a cultura foi construída com base em uma metáfora da natureza, então na “biossociabilidade” a natureza será modelada na cultura compreendida como prática e será conhecida e refeita através da técnica – a natureza finalmente se tornará artificial, exatamente como a cultura se tornou natural (RABINOW, 1999).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS, SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS E IMPLICAÇÕES PARA A ADMINISTRAÇÃO

Latour (2000) afirma que poucas pessoas já penetraram nas atividades internas da ciência e da tecnologia e depois saíram para explicar de que modo funciona o processo de construção da ciência. O autor enfatiza que há um núcleo de problemas e métodos comuns que está em jogo no campo de estudo chamado “ciência, tecnologia e sociedade”.

Nesse contexto, o presente ensaio, ao considerar que a razão contemporânea é uma ação no mundo, pretendeu, a partir da articulação dos conceitos de “prática” científica (RABINOW, 1999), “referência circulante” e “operações de translação” (LATOUR,

2000, 2001), propor uma discussão teórica inicial sobre “os caminhos e as passagens” entre as conexões de um registro (científico e tecnológico) a outro (político e econômico). Nesse sentido, enfatizou-se a importância de descrever as características do *milieu* biotecnológico no âmbito das relações entre a ciência da biotecnologia, a universidade (academia e centros de pesquisa), as empresas e o mercado (ciência industrial) e o governo.

A presente discussão, ao salientar que ciência também é cultura e não existe fora das relações de saber e poder, baseou-se nas seguintes questões guias: como é produzido este saber? Como é representado e disseminado culturalmente?

Para responder a essas questões, propôs-se o esquema analítico, formulado por Latour (2001), dos cinco diferentes circuitos (Mobilização do mundo, Autonomização (colegas), Alianças (aliados), Representação pública, Vínculos e nós) que os estudos científicos precisam considerar para reconstruir a circulação em rede (*networks*) dos fatos científicos e a partir dos quais a cultura científica da biotecnologia poderá ser “fabricada” e “construída” em termos de interconexões crescentemente densas entre os diversos atores: científico-tecnológicos, sociais e econômicos.

Nesta análise foi ainda considerado o enfoque sistêmico dessas relações por meio do modelo da *triple helix*, que postula a interação entre os três principais participantes do Sistema de Inovação: universidade, governo e empresa (ETZKOWITZ, 2004; ETZKOWITZ; KLOFSTEN, 2005; FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1985; SUTZ, 1997; SALMAN; SAIVES, 2005; TODT *et al.*, 2007). Nesse sistema, a universidade é vista como instituição núcleo do setor do conhecimento (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000).

Deve-se considerar, nesse contexto, que a existência de um sistema público de pesquisa de alta qualidade é uma condição necessária para o desenvolvimento da indústria biotecnológica regional. Mas não é suficiente. A fim de aproveitar o potencial da região, os formuladores de políticas públicas teriam de concentrar esforços e recursos que viessem a favorecer as relações não só entre os agentes sociais regionais, dentre os quais a ciência e a indústria, mas também entre os agentes locais e globais. O desenvolvimento de tal estrutura regional

exige um intenso e prolongado estímulo institucional.

Ressaltou-se também a necessidade de considerar a descrição proposta por Rabinow (1999) da tríade técnica, conceito e sistema experimental, utilizada no trabalho diário e implicada em qualquer descoberta científica. Enfatizou-se, ainda, o caráter variável das relações entre esses três elementos e o fato de que a forma assumida num momento particular por essas relações é uma questão empírica.

O caráter variável das relações entre esses três elementos é corroborado pela reflexão de Latour e Woolgar (1997), os quais afirmam que o processo de desenvolvimento de tecnologias e produtos é muito baseado no *feeling* e no conhecimento tácito dos pesquisadores, o que conduz a um processo não estruturado e informal de desenvolvimento às vezes difícil de ser mapeado. A geração de conhecimento muitas vezes está num plano de verificação empírica, baseada na tentativa e erro e na qual o pesquisador vive um mundo de descobertas e acasos cujos resultados não são esperados.

Para a compreensão da cultura científica da biotecnologia sugere-se, então, conforme Rabinow (1999), a inserção etnográfica nos “lugares científicos”, onde novas formas/eventos emergem. Essa inserção possibilita a investigação de como essas formas/eventos catalisam atores, coisas, temporalidades/espacialidades para uma nova montagem, produzindo novas competências, um passo fundamental nesse processo.

Sobre o uso da etnografia nos estudos da cultura científica, Peirano (1997), tomando como exemplo o livro de Rabinow (1996) *Making PCR. A Story of Biotechnology*, afirma que, depois da longa tradição na qual fazer antropologia tinha como aspecto distintivo as distâncias culturais e geográficas, a etnografia foi trazida para casa, tornando-se um fenômeno “multissituado”, com objetos de estudo descontínuos quando focalizados da perspectiva de um sistema mundial.

Da mesma forma, Latour (2001) defende que a única maneira de compreender a realidade dos estudos científicos é acompanhar o que eles fazem de melhor, ou seja, prestar atenção aos detalhes da “prática científica”. Igualmente, para o autor os laboratórios científicos são lugares excelentes, nos quais é possível entender a produção da certeza.

Com base nestas considerações, propõe-se como sugestão de estudo uma análise empírica da cultura científica a partir de inserções etnográficas em laboratórios científicos de biotecnologia, para descrever o que está acontecendo no âmbito da cultura científica da biotecnologia: que práticas são desenvolvidas nos laboratórios e que caminhos são traçados no contexto da cultura científica da biotecnologia? Como acontecem as relações entre a ciência da biotecnologia e a ciência industrial (empresas e mercado) e entre esta e a academia? Como ocorre a participação do governo nessas relações?

Essas questões podem ser abordadas numa série de níveis e em vários lugares, como nos laboratórios científicos de biotecnologia e nas empresas e instituições adjacentes, entre as quais especialmente a indústria de biotecnologia, nas quais e pelas quais certamente serão articulados novos entendimentos, novas práticas e novas tecnologias.

Finalmente, considera-se ainda a discussão sobre bioética, biossegurança e ética ambiental, abrigada em várias instituições diferentes e que irá sustentar a atividade de observação em diferentes lócus.

Como contribuição dos estudos citados para a área da Administração da Ciência & Tecnologia e Inovação, ressaltam-se alguns pontos:

- o potencial da biotecnologia de alterar as estruturas industriais existentes, conformando um novo paradigma de produção;
- o caráter genérico das técnicas biotecnológicas, que permite uma grande variedade de aplicações e que tem como efeito possível a criação de novos setores industriais e a modificação das fronteiras dos anteriormente existentes;
- a discussão sobre as novas possibilidades de bionegócios e de bioempreendedorismo no âmbito da criação de empresas de base tecnológica;
- o protagonismo das empresas de biotecnologia, tanto por sua cooperação no desenvolvimento econômico quanto por sua contribuição na pesquisa científica;
- a importância e os desafios das relações de cooperação entre a academia, a ciência industrial (empresas e mercado) e o governo na formação do *milieu* biotecnológico.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIEHL, J. G. Prefácio. In: RABINOW, B. *Antropologia da razão: ensaios de Paul Rabinow*. Organização e tradução de João Guilherme Biehl. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1999. p. 9-16.

CANGUILHERM, G. *Estudios de historia y de filosofia de las ciencias*. 1. ed. Espanha: Amorrortu, 2009.

DELEUZE, G. *Foucault*. 1. ed. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2005.

ETZKOWITZ, H. The evolution of the entrepreneurial university. *International Journal of Technology and Globalization*, v. 1, n. 1, p. 64-77, 2004.

\_\_\_\_\_. The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages. *Research Policy*, v. 27, n. 8, p. 823-833, 1998.

ETZKOWITZ, H.; KLOFSTEN, M. The innovation region: toward a theory of knowledge-based regional development. *R&D Management*, MA, USA: Blackwell Publishing Ltd., v. 35, n. 3, p. 243-255, June 2005.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, v. 29, n. 2, p.109-123, Feb. 2000.

FONSECA, R. Inovação tecnológica e o papel do governo. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, n. 13, p. 64-79, dez. 2001.

FOUCAULT, M. *História da sexualidade*. A vontade de saber. Tradução de Maria Thereza da Costa Albuquerque e J. A. Guillon Albuquerque. Rio de Janeiro: Edições Graal, 2005.

\_\_\_\_\_. *Nascimento da biopolítica*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

\_\_\_\_\_. *Vigiar e punir*. História da violência nas prisões. Petrópolis: Vozes, 2007.

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

HO, M. *Genetic Engineering Biotechnology – Challenges and Opportunities*. Kuala Lumpur: Academy of Sciences, May 28, 1999. (Lecture).

KRIMSKY, J.; ENNIS, R. W. Academic Corporate Ties in Biotechnology. A Quantitative Study. *Science, Technology and Human Values*, v. 16, n. 3, p. 275-87, 1991.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LATOUR, B. *Ciência em ação*. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

\_\_\_\_\_. *A esperança de Pandora*. Ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

\_\_\_\_\_. *Jamais fomos modernos*. Ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. *A vida de Laboratório*. A Produção dos Fatos Científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LUNDEVALL, B. A. *Product innovation and user-producer interactions*. Aalborg: Aalborg University Press, 1985.

PAULA, R. A. S. R. *Uma Proposição de um Processo de Desenvolvimento de Produtos de Base Tecnológica específico ao empreendedorismo “acadêmico tecnológico”*: um estudo de caso de projetos apoiados pelo programa Sebraetec na UFMG. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, UFMG, Minas Gerais, 2005.

PEIRANO, M. G. S. Onde está a antropologia? *Mana*, Rio de Janeiro, v. 3 n. 2, out. 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 7 set. 2007.

PEREZ, C. *Technological Revolutions and Financial Capital: the dynamics of bubbles and*

golden Ages. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, Inc., 2002.

PEREZ, C.; SOETE, L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: DOSI, G. *et al. Technical change and economic theory*. London: Frances Pinter, 1988.

PLONSKI, G. A. Cooperação empresa-universidade na Ibero-América: estágio atual e perspectivas. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, São Paulo: FEA-USP, v. 30, n. 2, p. 65-74, abr./jun. 1995.

POWELL, W. W.; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, v. 41, n. 1, p. 116-145, 1996.

RABINOW, B. *Antropologia da razão: ensaios de Paul Rabinow*. Organização e Tradução de João Guilherme Biehl. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1999.

\_\_\_\_\_. *Making PCR. A story of Biotechnology*. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

REIS, L. P. *et al.* Revelando as Fases do Planejamento Tecnológico no Contexto da Gestão de Desenvolvimento de Produtos em Empresas Iniciantes de Base Tecnológica. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS DE EMPRESAS, 16., 2006, Salvador. *Anais...* Salvador, BA: ANPROTEC, 2006.

SALMAN, N.; SAIVES, A. Indirect networks: an intangible resource for biotechnology innovation. *R&D Management*, v. 35, n. 2, p. 203-215, Mar. 2005.

SUTZ, J. *Innovación y desarrollo en América Latina*. Caracas: Nueva Sociedad, 1997.

TERRA, B. *A transferência de tecnologia em universidades empreendedoras: um caminho para a inovação tecnológica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

TODT, O.; GUTIERREZ-GRACIA, A.; DE LUCIO, I. F.; CASTRO-MARTINEZ, E. The

regional dimension of innovation and the globalization of science: the case of biotechnology in a peripheral region of the European Union. *R&D Management*, v. 37, n. 1, p. 1-93, 2007.