Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Química
Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos
Área: Gestão e Inovação Tecnológica

ABORDAGEM ESTRUTURALISTA PARA INOVAÇÕES RADICAIS NO BRASIL

Lúcia Helena Tavares Viegas

Tese submetida à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de Doutor em Ciências

Orientador:
José Vitor Bomtempo Martins, DSc.

RIO DE JANEIRO
2011

FOLHA DE APROVAÇÃO

Lúcia Helena Tavares Viegas

ABORDAGEM ESTRUTURALISTA PARA INOVAÇÕES RADICAIS NO BRASIL

Tese submetida ao corpo docente da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Ciências em Engenharia Química (Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Gestão e Inovação Tecnológica)

Aprovada em 24 de novembro de 2011.

_____ - Orientador
José Vitor Bomtempo Martins, DSc., EQ/UFRJ

_____
Adelaide Maria de Souza Antunes, DSc., EQ/UFRJ

_____
Estevão Freire, DSc., EQ/UFRJ

_____
Rosiceli Barreto Gonçalves Baetas, DSc., FIOCRUZ

_____
Helder Queiroz Pinto Jr, DSc., IE/UFRJ

_____
Rogério Hermida Quintella, Ph.D, EA/UFBA

RIO DE JANEIRO
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

V656a Viegas, Lúcia Helena Tavares.

Abordagem estruturalista para Inovações Radicais no Brasil/ Lúcia Helena Tavares Viegas. – 2011.
xvi, 369 f.: il.

Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.

Orientador: José Vitor Bomtempo Martins

1. Inovação Radical. 2. Análise Estruturalista. 3. Indústria Química. 4. Fontes Renováveis. 5. Brasil. – Teses. I. Martins, José Vítor Bomtempo. (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química. III. Título.

CDD: 658.4063

Dedico esta pesquisa e o título acadêmico almejado aos meus pais (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa não existiria sem o Professor José Vitor Bomtempo Martins, sempre me incentivando com uma orientação objetiva, paciente e abrangente. As críticas sempre perspicazes e a orientação eficiente, tranqüilizadora e solidária nunca me permitiram pensar em desistir. Agradeço ao Prof. Vitor de maneira muito especial.

Agradeço a Ciro Moroni Barroso e a Renato da Matta (*in memoriam*) pelas idéias que originaram a pesquisa. Ciro me ensinou a enxergar a importância das virtualidades e Renato o papel da "inovação desestruturante" (como ele se referia, nos estudos e discussões na Finep) em um país como o Brasil.

Igualmente, essa pesquisa não seria possível sem as apaixonadas conversas sobre o tema inovação com Antônio Cândido Daguer Moreira, Janaina Prévot e Rosiceli Baetas, e sem as aulas sobre estruturalismo e hermenêutica do Professor Ricardo Jardim Andrade, na Filosofia, do IFCS/UFRJ. Agradeço muitíssimo a eles.

Agradeço aos professores e funcionários da Escola de Química/UFRJ, sobretudo à Professora Adelaide Antunes e às funcionárias Roselee de Abreu e Nathália de Queiroz, e aos meus colegas nas disciplinas, pelas discussões. Também à Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, por aprovar a inclusão desta pesquisa no Programa de Pós-Graduação de seus empregados.

Agradeço à minha família, à Dirce (*in memoriam*), minha muito querida mãe, que me ensinou a amar tanto a vida; a minhas irmãs e meus sobrinhos - em especial à Adriana e ao Matheus, pelo carinho e cuidado; ao Ciro meu companheiro, que me apontou novos caminhos; e também a José (*in memoriam*), meu pai. Agradeço a todos os meus amigos que me encorajaram a concluir o estudo, em particular a Rosi, Janaina, Candinho, Jean, Mario Robert, Claúdia, Anette e Chico Monteiro. Agradeço à força cósmica superior pela luz.

Agradeço a todos que me apoiaram e em particular a todos que participaram da pesquisa de campo, principalmente ao Dr. Miguel Perrotti.

Agradeço à Música, nos seus grandes mestres, Handel, Mozart, Bach e outros, que "acompanharam" e possibilitaram a escrita desta pesquisa. Como afirmou outro grande mestre, "Sem a Música a vida seria um erro"[1].

---

[1] NIETZSCHE, F. W. **Crepúsculo dos ídolos**: ou como se filosofa com o martelo. Trad. Paulo César de Souza. São Paulo : Companhia das Letras, 2006, p. 14.

TESLA
INSPIRED

Resumo

VIEGAS, Lúcia Helena Tavares. **Abordagem Estruturalista para Inovações Radicais no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011

Esta pesquisa tem como objetivo compreender as condições que determinam uma inovação radical, *i.e.*, aquelas associadas a uma mudança de paradigma no sentido empregado por Thomas Kuhn. Para tal, propõe um modelo analítico fundado na perspectiva estruturalista, característica dos estudos do domínio das Ciências Humanas/Sociais, que busca examinar o fator que mantém um sistema coeso como estrutura social. Esse modelo, constituído de três dimensões analíticas - ciranda das relações, força de coesão e degraus de transmissão -, pôde ser validado para avaliar o potencial para inovação radical embutido na mudança de base de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis, caso de estudo da pesquisa, desenvolvido por uma pesquisa de campo qualitativa de caráter exploratório, junto a executivos de organizações dos sistemas empresarial, governamental, financeiro, de ciência e tecnologia e de mídia. Os resultados da pesquisa evidenciam, que diferentemente do cânone contemporâneo, uma organização nacional individualmente não dispõe de autonomia para desenvolver inovações radicais e alterar um paradigma, dado que as condições para desenvolvimento de tais inovações não são diretamente dependentes da capacidade de uma organização de acumular conhecimento e capacidades tecnológicas e de traduzi-los em fontes de vantagem competitiva, e nem estritamente de políticas governamentais. As inovações radicais são resultantes de uma alteração de uma conformação de um modo de produção e de um modo institucional, em uma efetuação simultânea. Isto é sugerido pela realidade do modo de produção da sociedade atual, que parece não

ser um modo de produção capitalista, nas suas tradicionais modalidades – industrial, comercial, ou financeiro –, mas um modo de produção com características feudais. Tal modo de produção suporta e é suportado por um monopólio de conhecimento e inovações, que é manifestação de acordos tácitos e explícitos entre lideranças de governos nacionais e empresas transnacionais, resultantes de processo de alianças estratégicas sucessivas entre milhares de empresas. Este monopólio estabelece e sustenta a integridade de um paradigma. Inovações radicais são determinadas por virtualidades - o regramento das vontades coletivas, interesses individuais, leis econômicas, tecnologias, quadros políticos, etc. -, que mantêm uma determinada conformação sistêmica como um campo unificado, e que são dadas antes do sistema ser reconhecido enquanto tal. Essas relações e conformações de forças econômicas, sociais e políticas existentes entre empresas e países podem inibir ou induzir processos de inovações radicais. O potencial para inovação radical na mudança de matérias-primas na indústria química para renováveis se expressa pelas virtualidades mencionadas. A partir dos resultados das entrevistas, foi possível inferir que um poder de classe de âmbito internacional composto por empresas nacionais e organizações governamentais se constituiria em um dos agentes para liderar uma construção para inovação radical no Brasil, inclusive via renováveis como insumos químicos. Esta pesquisa abre novo espaço teórico para estudo de uma inovação radical, no âmbito do qual dados empíricos obtidos junto a organizações atuantes na indústria química podem ser interpretados, bem como para revigorar o debate sobre o papel de estratégias e políticas de empresas e governos na complexa dinâmica de um processo de inovação radical.

Abstract

VIEGAS, Lúcia Helena Tavares. **Structuralist Approach for Radical Innovations in Brazil**. Rio de Janeiro, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011

This research aims at understanding the determinant conditions of radical innovations, *i.e.*, the ones associated with a paradigm shift in the Kuhnian sense. To this end, it proposes an analytical framework grounded on the structuralist approach, typical of studies of Human/Social Sciences, which seeks to examine the factor that maintains a system cohesive as social structure. That analytical framework, constituted of three analytical dimensions - the wheel of relationships, the force of cohesion and the steps of transmission, was validated to evaluate the potential for radical innovation inserted into the change of raw materials basis, from fossils to renewables, in Brazilian chemical industry, as illustrated by the case study of this research, which was developed by a exploratory qualitative field research, along with chief-executives of organizations belonging to business, governmental, financial, science and technology and media systems. The findings evidence, that unlike the contemporary canon, a national organization individually does not have the autonomy to develop radical innovations and change a paradigm, since the conditions for development of such innovations are not directly dependent on the ability of an organization to accumulate knowledge and technological capabilities, and to translate them into sources of competitive advantage, nor strictly dependent on governmental policies. Radical innovations are resultant from a change of a conformation of a mode of production and an institutional mode, in a simultaneous effectuation. This is suggested by the reality of the current mode of production, which does not appear to be a capitalist mode of production, in their traditional modalities –

industrial, commercial, or financial, but a mode of production with feudal characteristics. Such mode of production supports and is supported by a monopoly of knowledge and innovations, which express tacit and explicit agreements between leaders from national Governments and transnational companies, which are resultant from processes of successive strategic alliances between thousands of companies. This monopoly establishes and maintains the integrity of a paradigm. Radical innovations are determined by virtualities - the establishing rules of collective wills, individual interests, economic laws, technologies, political frames, etc., that maintain a certain systemic conformation as an unified field, and that are given before the system is recognized as such. Those relationships and conformations of economic, social and political forces that exist between companies and countries can inhibit or induce processes of radical innovations. The potential for radical innovation in the replacement of chemical raw materials for renewables is expressed by the mentioned virtualities. The results of the interviews allow to infer that a power of class with international range, composed of national companies and governmental organizations, would be one of the agents to lead a construction for radical innovation in Brazil, including via renewables as chemical inputs. This research opens a new theoretical space for the study of radical innovations, within which empirical data from organizations operating in chemical industry can be interpreted, as well as to revive the debate on the role of strategies and policies of companies and Governments in the complex dynamics of a process of radical innovation.

SUMÁRIO

	página
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	1
1 INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 INOVAÇÃO	11
2.2 ABORDAGENS DOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO E DE MUDANÇA TECNOLÓGICA	20
2.2.1 A Visão Baseada em Recursos – VBR	20
2.2.2 A Visão Baseada em Mercado – VBM	25
2.2.3 A abordagem evolucionária	31
2.2.4 A abordagem multidimensional	35
2.2.5 A abordagem sistêmica	35
2.2.6 A abordagem sociotécnica	40
2.3 INOVAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	51
2.4 INOVAÇÃO RADICAL	58
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DE PESQUISA	66
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	66
3.1 METODOLOGIA DA PARTE TEÓRICA	66
3.2 METODOLOGIA DA PARTE EMPÍRICA	67
3.2.1 A pesquisa de campo integrante do estudo de caso desenvolvido para ilustrar a aplicação do modelo analítico concebido.	69
3.2.2 O trabalho de campo realizado	77
3.2.3 Limitações	84

APÍTULO 4: ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL 86
4 ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL DO MODELO ANALÍTICO PROPOSTO NESTA PESQUISA 86
4.1 A CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CONFORME NONAKA E TAKEUCHI 87
4.2 A GENEALOGIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO SEGUNDO GODIN 93
4.3 AS REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE ACORDO COM CARLOTA PEREZ 106
4.4 AS EMPRESAS E O DESENVOLVIMENTO DAS NAÇÕES CONFORME RENÉ DREIFUSS 117
4.5 FUNDAMENTOS DA ABORDAGEM ESTRUTURALISTA 131

CAPÍTULO 5: O MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO 144
5 PROPOSIÇÃO DE UM MODELO ANALÍTICO PARA O EXAME DE INOVAÇÕES RADICAIS 144
5.1 PRODUÇÃO SOCIAL DA INOVAÇÃO RADICAL 145
5.2 UMA ABORDAGEM ESTRUTURALISTA PARA EXAME DA INOVAÇÃO RADICAL. 153
5.3 PROPOSIÇÃO DE UM MODELO ANALÍTICO ESTRUTURALISTA FUNDAMENTADO EM VALORES DE COESÃO PARA EXAME DE UMA INOVAÇÃO RADICAL 157

CAPÍTULO 6: PANORAMA DA INDÚSTRIA QUÍMICA 162
6.1 A INDÚSTRIA QUÍMICA 162
6.1.1 **A indústria química brasileira** 166
6.2 O USO DE FONTES RENOVÁVEIS COMO MATÉRIAS-PRIMAS NA INDÚSTRIA QUÍMICA 173
6.2.1 **Histórico do uso do etanol para fins de energia e para uso como insumo químico** 173
6.2.2 **As ondas de inovações - etanol de primeira geração** 178
6.2.3 **As ondas de inovações - etanol de segunda geração: biorefinarias, biocombustíveis e bioprodutos avançados** 182
6.2.4 **A indústria de base renovável no Brasil** 189

CAPÍTULO 7: JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO 193
7 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO 193
7.1 A FONTE DE MATÉRIA-PRIMA COMO DETERMINANTE DA DINÂMICA DA INDÚSTRIA QUÍMICA 193
7.2 A PERSPECTIVA DO USO DE FONTES RENOVÁVEIS COMO ELEMENTO DE ESTRUTURAÇÃO DA DENOMINADA ECONOMIA VERDE 197
7.3 A VOCAÇÃO DO BRASIL PARA TER PARTICIPAÇÃO ATIVA NA MUDANÇA DE PARADIGMA QUE PARECE SE ANUNCIAR 203
7.4 AS PERSPECTIVAS DO USO DE FONTES RENOVÁVEIS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS FÓSSEIS 207

CAPÍTULO 8 – RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO 213
8 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO 213
8.1 VALIDADE E APLICABILIDADE DO MODELO CONCEBIDO 216
8.2 POTENCIAL PARA INOVAÇÃO RADICAL DA MUDANÇA DE BASE DE MATÉRIAS-PRIMAS DA INDÚSTRIA QUÍMICA DE FÓSSEIS PARA RENOVÁVEIS 241

CAPÍTULO 9: CONCLUSÕES 254
9 CONCLUSÕES 254

REFERÊNCIAS 260
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 260

APÊNDICES 286
APÊNDICE A - MODELOS ANALÍTICOS DOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO REFERENCIADOS COMO FUNDADORES 287

APÊNDICE B – ROTEIROS DE PESQUISA DO ESTUDO DE CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO 298
APÊNDICE C - DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DA PESQUISA DE CAMPO INTEGRANTE DO ESTUDO DE CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO 318
APÊNDICE D - ALGUMAS DECLARAÇÕES DOS ENTREVISTADOS NA PESQUISA DE CAMPO INTEGRANTE DO ESTUDO DE CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO 357

LISTA DE QUADROS

página

Quadro 1 - Comparação entre modelos analíticos da inovação em países em desenvolvimento, conforme literatura 55
Quadro 2 - Inovação radical vs. inovação incremental - diferenças tradicionalmente descritas 62
Quadro 3 - Estudos especificamente dedicados à inovação radical, conforme a literatura sobre inovação 63
Quadro 4 - Detalhamento do Roteiro de Pesquisa 79
Quadro 5 - Perfil dos entrevistados 82
Quadro 6 - Seqüência de Teorias sobre Inovação Tecnológica segundo a Sociologia e a Economia e Administração, conforme B. Godin 98
Quadro 7 - Evolução do Conceito de Inovação, segundo B. Godin 101
Quadro 8 - Revoluções Tecnológicas e Paradigmas Tecnoeconômicos, conforme C. Perez 116
Quadro 9 - Posição relativa da indústria química brasileira em 2010 168
Quadro 10 - As principais empresas da indústria química brasileira 169
Quadro 11 - Exemplos de projetos envolvendo o uso de fontes de matérias-primas renováveis 185
Quadro 12 - Exemplos de unidades químicas no Brasil, que utilizam fontes renováveis como matérias-primas, posição em dezembro de 2010 189
Quadro 13 - Três arenas na indústria de biocombustíveis e de bioprodutos, conforme J.V. Bomtempo 191
Quadro 14 - Cotejo entre os estilos de vida do paradigma baseado no ”baixo custo de energia-produção em massa” com o baseado na “TIC-verde" 201
Quadro 15 - Conceituação de inovação – declarações da pesquisa de campo 214
Quadro 16 – Ideologias que mantêm a coesão de um paradigma 239
Quadro 17 - Renováveis como elemento unificador 243
Quadro 18 - A mídia, inovações radicais e renováveis como senso-comum 244
Quadro 19 - A regência expressa por acordos tácitos e explícitos entre lideranças 245
Quadro 20 - Sumário dos resultados da pesquisa de campo ilustrando a aplicação do modelo analítico concebido 251
Quadro 21 - Declarações que apontam para superação dos embargos a uma construção para inovação radical no Brasil 252
Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores 288
Quadro 23 - Virtualidades que explicam uma dada configuração estrutural sistêmica 358
Quadro 24 - Facilitadores/Inibidores da mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química 361

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

página

Figura 1 - Conceitos de novos produtos na literatura de Marketing 28

Figura 2 - Abordagens para análise dos processos de inovação, conforme literatura 49

Figura 3 - A espiral de criação do conhecimento organizacional – interação entre conhecimento tácito e explícito, conforme I. Nonaka e H. Takeuchi 92

Figura 4 - A natureza dupla das revoluções tecnológicas, conforme C. Perez 111

Figura 5 - Inter-relações automobilísticas, conforme R. Dreifuss 128

Figura 6 - Modelo analítico fundamentado em valores de coesão para exame da inovação radical 158

Figura 7- Faturamento da Indústria Química – US$ bilhões - 2010 166

Figura 8 - Participação da indústria de produtos químicos no PIB industrial, 2009 - % 167

Figura 9 - Participação da indústria química no PIB brasileiro – valor adicionado (%) 168

Figura 10 - Produtos Químicos de Uso Industrial – Investimentos realizados e programados, 1995-2015, US$ bilhões 171

Figura 11 - Projeções da capacidade de produção mundial de bioplásticos em 2020 211

Figura 12 - Declarações dos entrevistados nas dimensões analíticas do modelo proposto 237

Figura 13 - Declarações dos entrevistados nos diferentes sistemas conforme o modelo proposto 238

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Este estudo foi motivado por discussões acerca da adequação de conceitos e indicadores relacionados a desenvolvimento tecnológico e inovação à realidade das empresas localizadas em países em desenvolvimento, como o Brasil, bem como pelo debate no âmbito das instituições governamentais brasileiras responsáveis por políticas tecnológicas e de inovação, que destaca o fomento a inovações radicais como forma de "fazer a diferença", e de conseqüentemente contribuir de modo decisivo para o desenvolvimento econômico e social do país[2]. Além disso, foi observada certa resistência à consulta a novos conhecimentos que seriam capazes de romper paradigmas vigentes e instalar novos - resistência esta, tanto por parte da academia e empresas quanto por parte dos formuladores de políticas públicas.

Uma questão considerada essencial nas estratégias empresariais e nas políticas governamentais de diferentes países é como alcançar posição de vantagem competitiva sustentável no longo prazo, em um mundo globalizado.

Ainda que se trate de questão complexa, envolvendo diversas dimensões analíticas, muitos estudiosos de áreas de conhecimento distintas destacam a inovação radical como determinante dessa condição de obtenção de resultados econômicos e sociais (Schumpeter, 1976; Tushmann e O´Reilley, 1996; Christensen, 1997; McDermott e O´Connor, 2002; Godin, 2002; OECD, 2005; Perez, 2005; Yagi, 2007), onde inovação radical é comumente definida como aquela que causa ruptura em um paradigma vigente.

---

[2] No ano de 2005, foram elaborados documentos internos para subsidiar as discussões do Conselho Consultivo da Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, que dentre outros pontos, destacavam o papel do fomento à inovação radical no desenvolvimento econômico e social do Brasil.

Tradicionalmente, a literatura sobre inovação, seja esta radical ou não, adota a perspectiva positivista[3], que produz enunciados considerados como válidos em todos os casos, e em qualquer condição social. Em outros termos, a maior parte da literatura sobre inovação examina uma experiência somente por suas causas imediatas, e não com base no contexto sistêmico, no qual a experiência se encontra inserida. Assim, tal literatura considera uma inovação radical como resultado de uma estratégia bem-sucedida de uma organização, e conseqüentemente, como uma entidade pré-definida que é determinante de uma mudança em um padrão vigente.

Também as abordagens multidimensionais (*e.g.*, Kline e Rosenberg, 1986; Murmann, 2003; Nelson, 2005) e sistêmicas (*e.g.*, Carlsson e Stankiewicz, 1991; Edquist, 1997; Freeman, 1995; Lundvall, 1995; Malerba, 2002; Nelson, 1996), presentes na literatura sobre inovação, consideram a organização inovadora como o agente responsável pela mudança, apesar de explorarem a interação entre a organização inovadora e os diversos agentes do ambiente de atuação da organização.

A maioria dos estudos sobre inovação elaborados por abordagens sociais (*e.g.*, Callon, Lascoumes e Barthes, 2001. Latour, 2000. Orlikowskiv, 2010; Pinch e Bijcker, 1984) examina uma inovação com enfoque construtivista, ou seja, como um processo criado interativamente por formas de organização coletivas, considerando uma inovação, radical ou não, como um fenômeno social. Entretanto, a análise é limitada aos elementos individualmente e a suas relações, não considerando os sistemas como um todo. O mesmo vale para os estudos sobre "inovação social", ancorados na idéia de tecnologia apropriada (*e.g.*, Clarke, 1976; Dickson, 1974. Herrera, 1981; Schumacher, 1989; Willoughby, 1990).

Cabe observar que a teoria institucional (e.g., Dimaggio e Powell, 1983; Machado-Da-Silva, Fonseca e Crubellate, 2005; Meyer e Rowen, 1977; Powell e Dimaggio, 1991, Zucker, 1977) que fundamenta alguns estudos organizacionais se faz presente na literatura sobre inovação por diferente roupagem - especialmente nos

[3] Nesta pesquisa, o termo positivismo designa uma aplicação estrita ou extensão do aristotelismo nas ciências. Nesse sentido, cada conceito seria a representação da essência de um dado objeto, e vice-versa.

estudos que adotam as abordagens evolucionária (dependência de trajetória), multidimensional e de sistemas de inovação.

Com relação aos processos de inovação em países em desenvolvimento, os estudos identificados na literatura sobre inovação (*e.g.*, Bell e Pavitt, 1993; Figueiredo, 2001; Katz, 1976; Kim, 1998; Lall, 1992; Lee e Lim, 2001) examinam a inovação partindo da premissa que existe déficit nas capacidades tecnológicas ou nas competências para inovar nas empresas desses países, e afirmam a aprendizagem como condição para o emparelhamento (*catching-up*) ou para o alcance da fronteira tecnológica estabelecida com base em países desenvolvidos, *leapfrogging* ou não. Especificamente em relação à inovação radical, foi constatada carência de estudos sobre o tema, no âmbito de países em desenvolvimento.

Cabe aqui observar, que nesta pesquisa, literatura sobre inovação denota a literatura que trata especificamente de estudos teóricos e empíricos sobre o tema inovação, e que tem origem nos estudos e pesquisas desenvolvidos principalmente no âmbito da Economia e da Administração.

O tratamento conferido à inovação nesses estudos da literatura sobre inovação segue uma ordem lógica que é tautológica: se a inovação é tratada fundamentalmente pela dimensão econômica, ou seja, como fonte de vantagem competitiva sustentável para a organização inovadora, a inovação somente pode ser resultado de uma decisão estratégica de uma organização. Nesse sentido, a organização inovadora é o agente determinante da mudança no padrão vigente.

Contudo, tomar a organização inovadora como o agente determinante do processo de inovação parece ser muito mais adequado à análise de de um processo de inovação incremental do que de inovação radical, uma vez que esta última é essencialmente sistêmica, dentro de uma abordagem estruturalista e/ou gestáltica.

Perez (2005, 2008) indica que o mundo passou, nos últimos duzentos e quarenta anos, por cinco ciclos “tecnoeconômicos” ou “revoluções tecnológicas”, onde não somente foram criadas novas indústrias, mas também transformada a economia

como um todo, constituindo novos paradigmas: a revolução industrial; a era do vapor e da estrada de ferro; a era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada; a era do petróleo, do automóvel e da produção em massa; e a atual era da informação e telecomunicação, iniciada em 1971. Segundo Perez (2008), a cada mudança de paradigma são estabelecidas novas maneiras de produzir, novas maneiras de trabalhar, novas maneiras de transporte e comunicação e novas maneiras de viver. A mudança de paradigma representa um novo senso comum pelo lado da produção e um novo estilo de vida pelo lado do consumo. Apesar de tratar a natureza sistêmica da inovação radical, as análises da autora consideram "ondas de inovações" como os agentes determinantes de uma mudança do paradigma. Além disso, não se aprofundam no entendimento da instância que mantém um paradigma coeso como tal.

Os estudos desenvolvidos na perspectiva positivista são relevantes para explicar características, determinantes e relações de causa-efeito de um processo de inovação radical em sua dinâmica interna e no nível da organização. Entretanto, tais estudos não analisam a contento, os fatores sociais históricos, internos e externos, e suas inter-relações que determinam um processo de inovação radical. Na condição de evento social, uma inovação radical deveria ser estudada no contexto das disciplinas das Ciências Humanas/Sociais que reconhecem o escopo de estruturas sociais.

Esta pesquisa considera inovações radicais, *i.e.*, aquelas associadas a uma mudança de paradigma no sentido empregado por Thomas Kuhn (2003), como fundamentalmente determinadas por uma conformação estruturalista de um modo de produção e de um modo institucional. Assim, para compreender um processo de inovação radical, torna-se necessário examinar o fator que mantém esse sistema agregado ou coeso como estrutura social.

No âmbito dos diversos desenvolvimentos teóricos nas Ciências Humanas/Sociais, a análise estruturalista se tornou o termo geral para designar a diferença entre uma análise funcionalista pura, onde aspectos físicos e utilitários da vida explicam as instituições sociais, e uma outra análise onde um fator unificador designa a unidade

ou coesão de um sistema social, que precede os aspectos utilitários e funcionalistas. Nesse sentido, uma entidade antropológica (ou sociológica) determinará sempre os modos pelos quais uma sociedade adota esta ou aquela função. Essa identidade antropológica é usualmente dada por um mito, um símbolo, um valor fundamental, uma crença, e assim por diante.

Deste modo, diferentemente das abordagens sistêmicas empregadas nos estudos presentes na literatura sobre inovação, a abordagem para examinar uma inovação radical adotada nesta pesquisa comporta o conhecimento das virtualidades – o regramento das vontades coletivas, interesses individuais, leis econômicas, tecnologias, quadros políticos, etc., que sustentam uma certa conformação sistêmica como um campo unificado, e que são dadas antes do sistema ser reconhecido enquanto tal.

Uma inovação radical não é o agente determinante de uma mudança de paradigma, mas determinada por tais virtualidades. Esta é a hipótese de trabalho desta pesquisa.

Assim, esta pesquisa propõe que uma inovação radical seja compreendida não unicamente pela dinâmica interna do processo de inovação radical em si mesmo, no nível da organização inovadora, mas tenta capturar as condições para uma inovação radical que se manifestam virtualmente, e não apenas como uma realidade tangível

Nesse contexto, as questões examinadas por esta pesquisa são as seguintes:

- Quais são as condições que determinam uma inovação radical?

- Países em desenvolvimento, como o Brasil, estão fadados ao fracasso, em termos de desenvolvimento de potenciais inovações radicais?

- A mudança de base de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis apresenta potencial para inovação radical?

Para examinar tais questões, esta tese tem como objetivo propor um modelo para analisar inovações radicais que permita o estudo do funcionamento de um sistema e também daquilo que mantém esse sistema coeso como estrutura social.

Cabe observar que, a expressão "modelo analítico" nesta pesquisa é sinônimo de "estrutura analítica". O uso do termo "modelo" ao invés "estrutura" foi escolhido, de modo a evitar confusão com "estrutura" significando fator de coesão, como presente na abordagem estruturalista, adotada para avaliar inovações radicais.

Além disso, para ilustrar a aplicação do modelo analítico, foi desenvolvido estudo de caso, com objetivo avaliar o potencial para inovações radicais inserido na mudança de base de matérias-primas da indústria química, de fósseis para renováveis, à luz do modelo concebido, bem como a propensão do Brasil para ocupar posição de destaque nesse processo, que sinaliza o estabelecimento de novo paradigma.

A metodologia adotada no desenvolvimento da tese foi a pesquisa bibliográfica e de campo. Na pesquisa de campo foi empregada a pesquisa qualitativa exploratória, uma vez que o estudo de caso teve como objetivo ilustrar e validar ou não, o modelo concebido com relação à capacidade de fornecer elementos analíticos para examinar inovações radicais, bem como conhecer as condições que determinam uma inovação radical, como a que parece se anunciar: a mudança de base de matéria-prima da indústria química de fósseis para renováveis no Brasil, como citado.

O modelo analítico concebido busca captar os fatores simbólicos, tais como conceitos, enunciados valorativos, princípios que se tornaram ideológicos, e que se projetam nos sistemas sociais ou institucionais. Permite conhecer e compreender as relações entre as organizações integrantes dos sistemas empresarial, governamental, financeiro, de ciência e tecnologia e de mídia, ou seja, do ambiente institucional no qual um processo de inovação radical se desenvolve. Porém, o modelo concebido não se restringe à análise das relações sociais como um todo algébrico, mas principalmente, propõe-se a identificar as entidades sociológicas

prevalecentes.

O modelo concebido é constituído de três dimensões analíticas interdependentes e complementares: ciranda das relações, força de coesão e degraus de transmissão.

A análise da ciranda de relações examina como se estabelecem as relações intra e inter-sistemas, representadas pelas estratégias, decisões e ações da alta gerência das organizações que compõem os sistemas de ciência e tecnologia, empresarial, financeiro, governamental, que pelo sistema de mídia, estabelecem o senso comum.

A análise da força de coesão permite identificar e compreender como são produzidos os conceitos, palavras de ordem e enunciados valorativos, que estabelecem e mantêm o sistema coeso como estrutura social.

A análise dos degraus de transmissão examina de que forma se dá a transmissão dos conceitos, normas, palavras de ordem e enunciados valorativos utilizados na produção social de uma inovação radical.

O exame de um processo de inovação radical pela perspectiva estruturalista fundamentada em valores de coesão permite inferir que as condições para uma inovação radical estão além da capacidade de uma organização de acumular conhecimento e capacidades tecnológicas e de traduzi-los em fontes de vantagem competitiva, bem como além da capacidade de transferir conhecimento “em sinergia” na interação com os outros agentes no âmbito de um sistema de inovação, conforme considerado nos estudos tradicionais sobre inovação radical, encontrados na literatura sobre inovação.

Os modelos e abordagens tradicionais da literatura sobre inovação não se mostram suficientes para examinar os determinantes de uma inovação radical, conforme definida nesta pesquisa. Nesse sentido, esta pesquisa vem complementar os estudos existentes sobre os processos de inovação radical, mediante uma diferente abordagem, a qual leva em conta a dimensão estrutural que estabelece condições para uma inovação radical.

O estudo de caso engloba a aplicação do modelo analítico concebido com objetivo de validá-lo ou não, no que concerne à capacidade de fornecer elementos analíticos que permitam compreender as condições determinantes de inovações radicais.

Assim, de modo a ilustrar a utilização do modelo concebido, a questão tratada no estudo de caso é avaliar como a mudança de base de matérias-primas da indústria química de fontes fósseis para fontes renováveis se situa em termos de potencial para inovação radical, à luz do modelo analítico proposto.

A escolha do caso de estudo tem por base, três pontos principais:

- a fonte de matéria-prima como fator determinante da dinâmica da indústria química;
- a perspectiva do uso de fontes renováveis como elemento de estruturação da denominada “economia verde”; e
- a vocação do Brasil para ter participação ativa e de não apenas ocupar posição de seguidor, nessa mudança de paradigma que parece se anunciar.

Diferentes estudos (*e.g.,* Ruttan, 1997; Spitz, 1988; Stokes, 1994) apontam as matérias-primas ou a mudança de matérias-primas como alicerces da indústria química orgânica. Com base em exaustivo levantamento de informações, desde os anos 1800 até o século XX, esses autores mostram que a indústria química sempre foi fundamentada em matérias-primas - alcatrão de hulha, gases de coqueria, álcool derivado de produtos agrícolas, carvão, petróleo e gás natural -, e não em tecnologia ou mercado.

Nos últimos anos, a sustentabilidade instituiu-se mundialmente como palavra de ordem que governa movimentos da indústria química. Novos padrões de produção vêm sendo buscados e/ou desenvolvidos e/ou implementados, como forma de suplantar o custo ambiental decorrente do uso de fontes fósseis tanto para fins de geração de energia quanto para processamento pela indústria química. Conforme a International Energy Agency- IAE (2010), globalmente, a única fonte de matérias-primas renováveis é a biomassa, uma vez que contém todos os elementos

encontrados em recursos fósseis, embora em diferentes combinações.

Nesse sentido, o uso de fontes renováveis pela indústria química sugere um feixe de possibilidades para desenvolvimento de inovações que podem resultar de, e ao mesmo tempo, estabelecer novas indústrias, novas conformações institucionais, novas relações políticas entre empresas/países, configurando novos paradigmas.

Perez (2008, 2010) indica a combinação das tecnologias de informação e comunicação - TICs com o "verde" abrindo espaço para uma mudança radical no espaço de oportunidades de inovação e no potencial de transformação do padrão de vida, desde que exista uma mudança conjunta nas estratégias empresariais e nas políticas governamentais, e destaca a capacidade do Brasil para liderar esse processo de mudança.

Nessa perspectiva, insere-se como estudo de caso - o uso de fontes renováveis em substituição às fontes fósseis de matérias-primas para a indústria química, em termos de potencial para inovação radical, conforme conceituada nesta pesquisa.

O modelo analítico para examinar processos de inovação radical concebido e os resultados do estudo de caso pretendem fornecer subsídios para concepção, operacionalização e avaliação de políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação – C,T&I voltadas para o fomento à inovação radical no Brasil, que possam contribuir para que o país se situe como fronteira tecnológica própria.

A pesquisa é constituída de dez capítulos, a Capítulo 1 - Introdução, 2 - Revisão de Literatura; 3 - Metodologia de Pesquisa; 4 - Arcabouço Teórico-Conceitual; 5 - O Modelo Analítico Concebido, 6 - Panorama da Indústria Química, 7 - Justificativa da Escolha do Estudo de Caso para Ilustrar a Aplicação do Modelo; 8 - Resultados da Pesquisa de Campo, 9 - Conclusões.

A Introdução expõe a motivação, a caracterização do problema, as premissas e hipótese de trabalho, as perguntas de tese, os objetivos do estudo, a metodologia, o escopo, justificativa e relevância do estudo, assim como a organização do mesmo.

A Revisão de Literatura sobre inovação tem como foco as abordagens empregadas para examinar processos de inovação e de mudança tecnológica, de inovação radical e de inovação em países em desenvolvimento e descreve a metodologia empregada na pesquisa. O Arcabouço Teórico Conceitual expõe a teoria que fundamentou o desenvolvimento da pesquisa, e o Modelo Analítico Concebido apresenta o modelo proposto para examinar processos de inovação radical.

O Panorama da Indústria Química reúne informações sobre a indústria química brasileira, incluindo o uso de fontes de matérias-primas renováveis por essa indústria. A Justificativa da Escolha do Estudo de Caso para Ilustrar a Aplicação do Modelo fundamenta a opção pelo tema explorado para validar o modelo . O Capítulo Resultados da Pesquisa de Campo expõe a análise das entrevistas de campo.

As Conclusões precedem as Referências Bibliográficas e os Apêndices: A - Modelos tradicionais para exame da inovação presentes na literatura, B - Roteiros utilizados na pesquisa de campo, C - Descrição dos resultados da pesquisa de campo integrante do estudo de caso e D - Algumas declarações dos entrevistados na pesquisa de campo integrante do estudo de caso.

Os capítulos estão subdivididos em seções e subseções, de modo a apresentar o encadeamento das idéias que foram desenvolvidas no estudo e facilitar o processo de leitura e compreensão.

CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura sintetizada a seguir versou sobre os seguintes temas: conhecimento, ciência e tecnologia, inovação, inovação radical, inovação em países em desenvolvimento, conforme apresentado na bibliografia sobre inovação. Foram selecionadas as reflexões teóricas de cinco autores para fundamentar o modelo analítico proposto neste estudo para exame da inovação radical, uma vez que forneceram elementos e *insights* para abordar as perguntas de tese. Além disso, foi elaborado resumo sobre a perspectiva estruturalista, característica dos estudos no domínio das ciências antropológicas, que serviu de arcabouço para abordar a questão inovação radical, bem como para fundamentar o modelo analítico para examinar inovações radicais proposto nesta pesquisa.

2.1 INOVAÇÃO

Inovação tornou-se lugar-comum no discurso de qualquer sociedade. Inovação ganhou substância, essência; transformou-se em um valor, um fim. Também adquiriu estatuto de ciência - como área de conhecimento, e como objeto de estudo, e continua sendo reconhecida pela literatura sobre inovação, como meio, como fonte de vantagem competitiva, condição de crescimento econômico e social, e como instrumento de intervenção de Estados.

Godin (2008a, 2005), visando compreender como a inovação logrou papel central na sociedade atual, examinou a história genealógica[4] da categoria inovação mediante a

---

[4]O conceito de genealogia foi consagrado pelo pensamento filosófico de Friedrich Nietzsche (1844-1900) e fonte de inspiração para diferentes autores. A genealogia, conforme Michel Foucault (1926-1984) busca responder a questão do porquê dos saberes, da origem de sua existência e de suas transformações, situando esses saberes como peças de relações de poder ou se incluindo como dispositivo político de natureza essencialmente estratégica. A genealogia de Foucault apresenta três objetos: investigar como se formam os discursos e as regras que constituem a verdade e as suas condições de validade, estas últimas variando historicamente; investigar as formas de saber que

análise dos conceitos de invenção, imitação e inovação, desde a Idade Média até as mais recentes significações dadas pela Economia e pela Sociologia, e mostra que a inovação não é um tema novo de estudo e nem próprio da Economia, na medida em que diferentes disciplinas (*e.g.*, Filosofia, Engenharia, Artes, Biologia, Psicologia, Antropologia) estudam a inovação sob diferentes vocábulos - descoberta, invenção, criação, evolução, criatividade, mudança social, progresso, mudança cultural.

A solidificação da sociedade burguesa a partir do século XIX conferiu um caráter teleológico à inovação – como uma invenção comercializada para a Economia e como uma invenção utilizada ou adotada para a Sociologia.

Com a consolidação da sociedade industrial, a inovação passou a ser tratada como inovação tecnológica. Segundo Godin (2008a), muitos fatores contribuíram para que se firmasse o entendimento da inovação como tecnológica: "o contexto político e econômico, as revoluções industrial e do consumidor, o impacto das tecnologias nos indivíduos e sociedades, a tecnologia como fonte de crescimento econômico e produtividade e, acima de tudo, a institucionalização da invenção tecnológica via leis de patentes e o desenvolvimento industrial mediante laboratórios de P&D. Para muitos, a inovação assim se tornou um assunto industrial e econômico." (GODIN, 2008a, p.42). Com efeito, nas pesquisas de inovação conduzidas pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), tendo o Manual de Oslo como emblema, a inovação é apenas medida como a inovação implementada por empresas.

Joseph Schumpeter (1883-1950), economista alemão, que influenciou inúmeros estudiosos do tema inovação (Freeman, 2003), afirma a diferença conceitual entre inovação e invenção. Para o economista, invenção é a concepção de novas idéias - novo produto, processo, aparelho ou sistema e inovação é a primeira utilização comercial destes. A análise proposta por Schumpeter se fundamenta na premissa

---

estabelecem para a ciência o seu *a priori* histórico; e investigar as condições que tornam possível a verdade em um conceito de poder, na medida em que na investigação genealógica, o poder perdura por meio de processos anônimos de sujeição.

que a mudança na indústria[5] é determinada pela mudança tecnológica, e que esta se dá em três fases: invenção – a criação do novo, inovação – a primeira comercialização do novo[6], e difusão – a disseminação do novo no mercado.

Nos estudos desenvolvidos em 1942, Schumpeter afirma ser o desenvolvimento econômico em uma sociedade capitalista direcionado pela inovação, mediante um processo dinâmico de "destruição criativa"[7], onde novas tecnologias substituem as antigas. A dinâmica capitalista se fundamenta pela introdução de produtos e serviços revolucionários por empresas bem-sucedidas que sustentam ciclos de crescimento econômico de longo prazo, mas que no curto prazo, destrói o poder de mercado das empresas estabelecidas.

> Esse processo de "destruição criativa" é o fato essencial sobre o capitalismo. É aquilo em que o capitalismo consiste e o que cada capitalista tem que dar conta para viver nele. [...] O impulso fundamental que estabelece e mantém o motor capitalista advém de novos consumidores, novos métodos de produção ou transporte, novos mercados, novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria. (SCHUMPETER, 1976, p. 83)

Schumpeter denomina de "destruição criativa", o processo de transformação na indústria via produtos e serviços revolucionários. Para Schumpeter, há cinco tipos de inovação: introdução de novos produtos; introdução de novos métodos de produção, abertura de novos mercados; desenvolvimento de novas fontes de matérias-primas e outros insumos; e criação de novas estruturas de mercado no âmbito de uma indústria[8]. Inovações radicais são aquelas que criam mudanças de ruptura, enquanto que as incrementais avançam o processo de mudança de forma contínua.

---

[5] Indústria no âmbito de todo este estudo é entendida como um conjunto de empresas que atendem necessidades semelhantes de consumidores, e nesse sentido, ofertam produtos/serviços que são substitutos próximos entre si.

[6] Segundo Godin (2008a), a definição de "inovação como a primeira comercialização de um produto ou processo novo ou melhorado" foi explicitada por W. R. Maclaurin.

[7] A expressão "destruição criativa" foi cunhada por Werner Sombart (Freeman, 2003), sociólogo e economista alemão, posteriormente identificado com o Nazismo. Já o sentido da "destruição criativa", conforme concebido por Schumpeter, deriva da teoria sobre a sociedade capitalista, desenvolvida por Karl Marx e Friedrich Engels (Freeman, 2003).

[8] De acordo com Drejer (2004), o conceito de inovação em Schumpeter é amplo o suficiente para incluir a "inovação em serviços"; uma vez que Schumpeter conceitua a inovação como aquilo que puxa o sistema econômico e associa esse movimento ao desenvolvimento, o fator econômico deve ser o foco de atenção e não a atividade econômica.

Mas como identificar uma inovação radical e uma inovação incremental?

Muitos estudos e teorias, bem como diferentes propostas de taxonomias foram desenvolvidos nas últimas décadas sobre o tema inovação, com objetivo de explicar e compreender as características, os processos, os determinantes, os resultados e impactos da inovação, internamente nas empresas, no mercado e na sociedade.

O Manual de Oslo, da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), conforme mencionado, instituiu-se como referência sobre o tema inovação. Assim, em consonância com o Manual de Oslo (OCDE, 2005), tradicionalmente, as inovações são classificadas em função do usuário da novidade - novo para a empresa, para o mercado ou para o mundo, e são categorizadas como inovações de produto/serviço, de processo, inovação de marketing, inovação organizacional, inovação no modelo de negócios[9], de acordo com o ponto onde é observada a novidade e, como inovação incremental e inovação radical, de acordo com o impacto da novidade na estrutura competitiva vigente. Cabe observar, que o Manual de Oslo destaca a dificuldade para identificar uma inovação radical, uma vez que uma mudança na estrutura competitiva vigente não se dá de forma imediata, mas após um longo período de tempo a partir da introdução da inovação.

---

[9] As definições apresentadas no Manual de Oslo, da OCDE, 3ª. Ed., 2005 são as quatro seguintes: inovação de produto – introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado com respeito às suas características ou usos pretendidos. Inclui melhorias significativas em especificações técnicas, componentes e materiais, *softwares* incorporados, "uso amigável" ou outras características funcionais; inovação de processo – implementação de método de produção ou de distribuição novo ou significativamente melhorado. Inclui mudanças significativas em técnicas, equipamentos ou *softwares*; inovação de marketing – implementação de um novo método de marketing, envolvendo significativas mudanças em: *design* ou embalagem, colocação do produto, promoção do produto ou precificação; inovação organizacional – implementação de um novo método organizacional nas práticas negociais da empresa, organização do local de trabalho ou relações externas. Cabe notar que conforme o Manual de Oslo, a implementação da novidade, quer no mercado, quer na empresa é condição necessária para que a novidade seja definida como inovação. Inovação no modelo de negócios (não considerada explicitamente no Manual de Oslo, como um tipo de inovação) significa uma expressiva redefinição na forma de uma empresa realizar o acoplamento entre sua oferta e a demanda de seus clientes, sem necessariamente envolver uma modificação na natureza essencial do produto ou serviço ofertado e do processo de produção (*e.g.*, o novo modelo de negócios trazido pela empresa Linux). Inovação radical é definida como uma inovação que tem um significativo impacto no mercado e na atividade econômica das empresas nesse mercado, tais como mudança na estrutura do mercado, criação de novos mercados ou obsolescência de produtos existentes. O Manual de Oslo, 2005 não conceitua inovação incremental e nem inovação em serviços.

É difícil classificar uma inovação como de produto, de processo, organizacional, de marketing, etc. Do ponto de vista econômico, a implementação é condição necessária para que a novidade seja considerada como uma inovação, e nesse sentido, pressupõe o reconhecimento por parte do usuário, de uma nova proposta de valor embutida na inovação. Em outras palavras, implica a legitimação do novo, do ponto de vista do usuário da novidade. Para este, não importa onde a novidade se originou, mas apenas a nova resposta disponível a uma necessidade existente ou potencial, a qual a inovação visa atender.

Além disso, do ponto de vista de sua dinâmica interna, uma inovação é sempre resultado de um novo entrelaçamento de diversas atividades/funções da cadeia de valor [10] de uma empresa e/ou instituição de pesquisa e não apenas decorrente das atividades de produção, engenharia e pesquisa e desenvolvimento (P&D), como ainda muitas vezes é referida. Dito de outra forma, sob a ótica econômica e do ponto de vista de sua lógica endógena, uma inovação é "bem-sucedida" mediante o uso de recursos que advém do *know-how* tecnológico e também de ativos complementares, conforme a terminologia de Teece (1992; 2006), que incluem a fabricação competitiva, a distribuição, serviços pós-venda, etc. Mas estes ativos observados por Teece são apenas alguns dos itens que compõem o objeto de estudo da disciplina

---

[10] De acordo com Michael Porter (1985, 1986) a cadeia de valor de uma empresa representa a reunião de atividades executadas para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar o produto, e são decompostas em: atividades primárias - logística interna, operações, logística externa, marketing e vendas, serviço; e atividades de apoio - infra-estrutura da empresa, gerência de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia, aquisição. A proposta de valor de uma empresa é tudo aquilo que é ofertado pela empresa e percebido pelo cliente como uma contribuição para obter desempenho superior na atividade para qual o produto/serviço foi adquirido. Assim, as atividades de valor geram posição de vantagem competitiva, que tem origem nas diferentes atividades que uma empresa executa e do modo como interagem entre si e com as atividades de fornecedores, compradores, etc. Para Porter, cinco forças determinam a rentabilidade (retorno sobre investimento) da indústria, influenciando preços, custos e investimentos necessários, quais sejam: poder de negociação de fornecedores, poder de negociação de compradores, a ameaça de produtos substitutos, a entrada de novos competidores e a rivalidade entre os competidores existentes. A empresa cria valor pelas inter-relações das cadeias das diversas unidades empresariais e pelas inter-relações de sua cadeia com a de fornecedores, compradores, concorrentes, novos entrantes, substitutos. A tecnologia impacta a posição de vantagem competitiva se tiver papel significativo na determinação do custo relativo e da diferenciação, e se afeta uma das cinco forças competitivas. A tecnologia pode, por exemplo, afetar barreiras de entrada, economias de escala, aprendizagem, montante de capital necessário para competir e custos de mudança, eliminar fornecedores poderosos, afetar a utilização de múltiplos fornecedores, isolar uma indústria de substitutos, afetar a substituição de produtos e barreiras de saída.

Marketing[11], afinal, como preconizado por Davidow (1991) atividades de P&D e engenharia inventam novos dispositivos, mas "atividades de marketing inventam produtos".

A concepção de um novo produto ou serviço é um dos objetos de estudo da disciplina Marketing. Do ponto de vista do Marketing, um “produto” é mais do que um simples conjunto de aspectos tangíveis, já que consumidores tendem a vê-lo como pacotes complexos de benefícios que satisfazem suas necessidades atuais e potenciais.

Cabe realçar que apesar de ser amplamente constatada nos dias atuais a importância econômica dos serviços, a grande maioria dos estudos sobre inovação, presentes na literatura especializada, tem como foco, a inovação na indústria, reflexo da origem dos estudos sobre o tema inovação, que se constituíram em uma época onde a atividade industrial era a principal atividade econômica. Além disso, como mencionado no parágrafo anterior, a dicotomia entre indústria (produto tangível) e serviços (produto intangível) não faz muito sentido do ponto de vista do usuário, que é quem define o valor de um “produto/serviço”.

É complexo avaliar uma inovação como radical ou como incremental. Uma inovação radical em um determinado conjunto de indústrias ou em um determinado país pode significar uma inovação incremental para outras indústrias ou outro país, dado que cada empresa/indústria/país pode ter bases de conhecimento, sistemas de valores e

---

[11]O Marketing não trata apenas de vendas e propaganda ou da satisfação do cliente. Vendas e propaganda são apenas duas funções dentre muitas outras. O Marketing trata de necessidades, desejos, demandas, novidades, produtos, serviços, valor, satisfação, qualidade, troca, transações, relacionamentos, recursos, mercados e das inter-relações entre eles. Conceber um novo produto/serviço é uma questão de Marketing. Uma demanda do consumidor é atendida por um composto constituído pelo produto tangível e intangível (características, embalagem, marca, qualidade, garantia, serviços pós-venda, etc.), pelo preço (quantidade de moeda, condições de pagamento, frete, entrada no mercado com preço alto ou baixo, etc.), pelo local onde a oferta estará disponível para o consumidor (distribuição direta pela empresa, atacado, varejo – tipo de loja, transporte, armazenagem, logística, estoque, etc.), e pela comunicação recebida pelo consumidor da existência de uma nova oferta no mercado (mediante venda pessoal, propaganda, publicidade, demonstração ao consumidor, promoção de vendas, etc.), ou em outras palavras, pelo composto de marketing (*marketing mix*) ou "4 Ps" – Produto, Preço, Praça, Promoção. Além disso, todo produto/serviço ao ser criado, é concebido em três níveis, o produto núcleo ou básico, que expressa a necessidade do comprador, o produto esperado que mostra as características, a embalagem, a qualidade, a marca, o compromisso da empresa com a proteção ao meio ambiente, etc., e o produto aumentado, que apresenta características e benefícios além do esperado pelo comprador.

crenças, estratégias e políticas próprios, ainda que em um mundo globalizado. Uma inovação não se dá de forma isolada, como resultado apenas de uma lógica interna da própria inovação, mas é também determinada por estruturas econômicas, sociais e políticas que conformam as inovações – e sendo elas mesmas alteradas pelas inovações.

De um modo geral, com objetivo de compreender e explicar a inovação, e tendo como premissa ser a inovação fonte de vantagem competitiva sustentável, a literatura sobre inovação, examina os processos de inovação por meio de duas abordagens combinadas ou não: sob a ótica dos recursos e competências presentes e necessários nas organizações onde se origina a inovação – Visão Baseada em Recursos (VBR) (*e.g.*, Barney, 1991; François et al., 1999; Hamel e Prahalad, 1995; Penrose, 1995) e/ou sob a ótica das relações da empresa inovadora com seu mercado consumidor – Visão Baseada no Mercado (VBM) e do papel dos incentivos governamentais direcionados para a organização inovadora para que a inovação seja desenvolvida e para que o novo seja utilizado (*e.g.*, Ghemawat, 1999; Porter, 1980).

Outros estudos analisam processos de inovação, destacando a dimensão cognitiva – a aprendizagem e o papel do conhecimento explícito e tácito, como determinante de uma inovação (*e.g.*; Nonaka e Takeuchi, 1995; Rosenberg, 2006; Von Hippel, 1988).

Permeando esses pontos de vista, a abordagem evolucionária e outras abordagens schumpeterianas afloram de modo a dar conta das mudanças no paradigma tecnológico decorrentes dos processos de inovação, mediante debate sobre a natureza dinâmica dos processos de mudança tecnológica. A abordagem evolucionária trata a inovação de forma um pouco mais abrangente, por considerar elementos endógenos e exógenos nos processos de inovação, que determinam trajetórias e paradigmas tecnológicos, contudo ainda privilegiando a dimensão econômica, na medida em que se fundamenta na Economia Evolucionária, tendo os estudos de Schumpeter como fonte de inspiração. Conforme mencionado, na visão

de Schumpeter, as inovações são os agentes de transformação de uma estrutura competitiva vigente (*e.g.*; Dosi, 1988; Nelson e Winter, 1982; Rosenberg, 1976).

As abordagens multidimensionais (*e.g.*, Kline e Rosenberg, 1986; Murmann, 2003; Nelson, 2005, Rosenberg, 2006) e sistêmicas (*e.g.*, Carlsson e Stankiewicz, 1991; Edquist, 1997; Freeman, 1995; Lundvall, 1995; Malerba, 2002; Nelson, 1996) tomam a organização inovadora como o agente responsável pela mudança, apesar de explorarem a interação entre a organização inovadora e as diversas instituições presentes no ambiente de atuação da organização, considerando os elementos e suas relações como identidades singulares.

Os estudos sobre inovação desenvolvidos por uma abordagem social (*e.g.*, Callon, Lascoumes e Barthes, 2001; Latour, 2000; Orlikowskiv, 2010; Pinch e Bijcker, 1984) examinam uma inovação pelo ponto de vista construtivista e não por uma perspectiva essencialista, inspirados por pensadores da Filosofia (*e.g.*, A. Feenberg, H. Marcuse, W. Mannheim, L. Winner, M. Bunge, K. Marx e F. Engels, T. Hughes). Tais estudos analisam uma inovação como um conjunto de técnicas, procedimentos e conhecimento tácito/explícito, incorporados ou não em artefatos, criados interativamente por formas coletivas de organização; e consideram a inovação, radical ou não, como um fenômeno social. Essa análise, porém, é limitada aos elementos individualmente e a suas relações: esses estudos apreciam o sistema como sendo resultante de um somatório das partes e não como um todo gestáltico. Da mesma forma, os estudos que tratam da “inovação social” (*e.g.*, Herrera, 1981), baseados na idéia de tecnologia apropriada (*e.g.*, Schumacher, 1989).

Outros estudos desenvolvidos por abordagens sociotécnicas, dentre os quais a Avaliação Construtivista da Tecnologia (*Constructive Technology Assessment*) – CTA (*e.g.,* Chen, 1979; Genus, 2006; Merkerk e Smits, 2008; Shot e Rip, 1996; Tran e Dain, 2008), a Gestão de Nichos Estratégicos (Strategic Niche Management) – SNM (*e.g.*, Geels 2002; Hommels, Peters e Bjicker, 2007; Kemp, Rip e Schot, 2001; Raven, 2005; Schot, Hoogma e Elzen, 1994), e PROTEE - PROcedures dans les Transports d’Evaluation et de suivi des innovations considerées comme des Expérimentations collectives (*e.g.*, Latour, 2000; Hommels, Peters e Bjicker, 2007)

são utilizados para o gerenciamento e monitoramento de processos de inovação radical visando a concepção, o acompanhamento e a avaliação de políticas governamentais. As principais características de tais modelos são a interação entre os envolvidos no processo de inovação, a aprendizagem conjunta, a antecipação dos desdobramentos futuros da inovação em relação ao mercado e à sociedade, e os *feedbacks* dessa antecipação para as arenas de decisão relevantes. Tais estudos, contudo, além de ainda se deterem apenas nos elementos e suas relações como identidades singulares, consideram a inovação radical em si como causa de uma transformação social.

Cabe observar que a teoria institucional (*e.g.*, Dimaggio e Powell, 1983; Machado-da-Silva, Fonseca e Crubellate, 2005; Meyer e Rowen, 1977; Powell e Dimaggio, 1991, Zucker, 1987) que fundamenta alguns estudos organizacionais se faz presente na literatura sobre inovação por diferente roupagem - especialmente nos estudos que adotam as abordagens evolucionária (dependência de trajetória), multidimensional e de sistemas de inovação. De acordo com Foxon, Köhler e Neuhoff (2008), as abordagens institucionais enfatizam o amplo sistema social de regras e ações e investigam como influenciam o desenvolvimento de tecnologias. Analisam um sistema tecnológico e institucional mais amplo e consideram a dimensão econômica ao longo de outros fatores sociais, envolvendo a elaboração de relações causais entre os diferentes fatores.

Em resumo, há uma variedade de abordagens para examinar os processos de inovação e de mudança tecnológica. A seguir, encontram-se apresentadas tais abordagens, conforme a literatura sobre inovação. Os modelos analíticos dos processos de inovação propostos por alguns teóricos do tema estão incluídos no Apêndice A. As abordagens e modelos analíticos foram selecionados tendo como critério de seleção a magnitude de referências no âmbito da literatura sobre inovação. Com efeito, conforme Fagerberg e Verspagen (2009) em estudo sobre as características cognitivas e organizacionais da “ciência social inovação” é possível observar ao longo do tempo “uma distinta literatura-chave (*core literature*) se desenvolvendo com temas, abordagens e autores centrais” (p.222).

Cabe lembrar que o foco desta pesquisa é a inovação radical, na significação considerada por Thomas Kuhn (2003). Nesta pesquisa inovação radical é definida como aquela que resulta da alteração de uma configuração de um modo de produção e de um modo institucional, em efetuação simultânea, e nesse sentido, qualquer categorização de uma inovação como “inovação tecnológica” (e seus desdobramentos “industriais” - produto, processo, etc.) ou “inovação em serviços” não se torna relevante.

2.2 ABORDAGENS DOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO E DE MUDANÇA TECNOLÓGICA

No âmbito da literatura sobre inovação, as abordagens mais empregadas para estudar os processos de inovação na perspectiva econômica, isto é, que enxergam a inovação como fonte de vantagem competitiva são a “visão baseada em recursos” - VBR, a “visão baseada em mercado” – VBM, a abordagem evolucionária, a abordagem multidimensional, a abordagem sistêmica e a abordagem sociotécnica.

2.2.1 A Visão Baseada em Recursos - VBR

A abordagem baseada em recursos – VBR considera a unicidade de uma empresa em função do uso dos recursos disponíveis internamente na empresa que podem se constituir em fonte de vantagem competitiva sustentável.

O reconhecimento da importância da especificidade dos recursos de uma empresa se deveu à economista Edith Penrose, que em 1959, desenvolveu estudos de outros economistas dos anos 1930. Em 1933, E. Chamberlin e J. Robinson e C. Barnard, em 1938, destacavam a heterogeneidade das empresas e assinalavam que ativos e capacidades (*e.g. know-how* técnico, reputação, marcas e patentes, capacidade de trabalho em equipe) se constituíam em fatores importantes para auferir lucros superiores, ao invés de concentrarem suas análises nas estruturas do mercado, como era comum à época.

De acordo com Penrose (1995), uma empresa é mais do que uma unidade administrativa; é ainda um conjunto de recursos produtivos, cuja disposição entre diferentes usuários é determinada por uma decisão gerencial. Penrose (1995) enfatiza que não são os recursos que são insumos para o processo de produção, mas os serviços que esses recursos podem prover, e desse modo, diferentes configurações de recursos fornecem diferentes serviços. Dito de outra forma, o crescimento de uma empresa é função dos recursos de que a empresa dispõe e daqueles que pode adquirir no mercado.

O estudo de Wernerfelt (1984) que notorizou a expressão "visão baseada em recursos" (*resource-based-view)* muda o foco de análise dos estudos, ao partir de uma perspectiva do lado dos recursos, ao invés de focar no produto (como era comum na época) nos estudos sobre a lógica de atuação de uma empresa visando alcançar posição de vantagem competitiva sustentável. Assim, para Wernerfelt (1984), uma empresa deve fundamentar sua estratégia na identificação dos recursos tangíveis e intangíveis que constituem seus pontos fortes, uma vez que são seus pontos fortes e fracos que a diferenciam das demais empresas.

O estudo de Barney (1991) também se tornou referência para diversas outras pesquisas. Barney (1991) e Barney, Wright e Ketchen (2001) afirmam que recursos estratégicos tangíveis e intangíveis se encontram distribuídos de forma heterogênea entre empresas e que as diferenças são estáveis no tempo. Identifica quatro categorias de recursos: capital físico, capital humano, capital organizacional e capital financeiro, bem como quatro indicadores para avaliar o potencial dos recursos gerarem desempenho superior e posição de vantagem competitiva: valor - capacidade de explorar as oportunidades do ambiente de atuação da empresa; raridade – presença/ausência do recurso entre os concorrentes, "imitabilidade" – dificuldade/facilidade de imitação pelos concorrentes, e "substituibilidade" – capacidade do recurso ser ou não substituído por outro estrategicamente equivalente.

O desenvolvimento da abordagem baseada em recursos - RBV mostrou o advento de subcampos de estudo, como o estudo das "competências centrais" de uma

empresa, das “capacidades dinâmicas”, da “visão baseada no conhecimento” e da “visão baseada na aprendizagem”.

Hamel e Prahalad (1995) indicam que a estratégia de uma empresa deve se fundamentar nas competências centrais ou essenciais (*core competencies*), que são definidas como o “conjunto de habilidades e tecnologias que permitem a uma empresa oferecer um determinado benefício para os clientes” (p.229). Segundo os autores, uma competência central é uma integração de habilidades e não uma habilidade ou tecnologia isolada; é localizada no centro e não na periferia do sucesso competitivo no longo prazo; contribui substancialmente para o valor percebido pelo cliente; é única ao fornecer um diferencial em relação aos concorrentes; e pode ser aplicada em novos mercados. Ao conceber sua estratégia competitiva, a empresa deve voltar-se para si própria, identificando essas habilidades e tecnologias, que dificilmente poderão ser imitadas pelos concorrentes.

O conceito de capacidades dinâmicas (*dynamic capabilities*) foi proposto por Teece, Pisano e Schuen (1997) como as capacidades de uma empresa para integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para enfrentar as rápidas mudanças no seu ambiente de atuação. Tal reconfiguração reflete a capacidade de uma empresa de alcançar novas formas de vantagem competitiva, dados seu processo organizacional, a posição de seus recursos e sua trajetória.

Nonaka e Takeuchi (1995) apontam ser o conhecimento a razão de existência de uma empresa, na medida em que a capacidade de criar e de utilizar o conhecimento se constitui na principal fonte de vantagem competitiva - a “visão baseada no conhecimento”. A empresa deve considerar as condições capacitadoras necessárias para o processo de criação do conhecimento, que se dá na interação entre os conhecimentos tácito e explícito, tanto no nível do indivíduo quanto no nível organizacional.

Cohen e Levinthal (1989) destacam a importância da aprendizagem - a “visão baseada na aprendizagem”, ao demonstrar a dupla função das atividades de P&D de uma empresa, quais sejam, a inovação e a aprendizagem. Segundo os autores,

as atividades de P&D além de gerarem inovações desenvolvem a capacidade da empresa de identificar, assimilar e explorar (*exploit*) conhecimento do ambiente interno e externo – a “capacidade de aprendizagem” ou “capacidade absortiva” (p. 569) da empresa. Tal capacidade é diferente do “aprender fazendo” (*learning-by-doing*), na medida em não significa obter maior experiência naquilo que a empresa já faz, mas ao contrário, a empresa adquire conhecimento externo que permitirá fazer algo bastante diferente do que já faz. Nesse sentido, representa importante papel na habilidade da empresa de criar conhecimento novo. Assim, para os autores, as empresas investem em P&D não apenas para desenvolver “inovações de processo e de produto”, mas também para desenvolver e manter ampliadas suas capacidades de assimilar a informação disponível no ambiente externo à empresa.

Como poderá ser constatado adiante, a VBR serviu de alicerce para uma diversidade de outros estudos, não apenas no contexto da Economia e da Administração, mas também no tema Inovação.

Em síntese, a abordagem baseada em recursos - VBR advoga que o uso dos recursos presentes e de propriedade de uma empresa, tais como ativos fixos, competências, processos organizacionais, informação, conhecimento, permite que a empresa conceba, implemente, avalie e controle estratégias, que favorecem a melhoria da posição competitiva da empresa. Em decorrência, são os pontos fortes e os pontos fracos de uma empresa que a discriminam, i.e., que determinam sua unicidade. Nesse sentido, as estratégias das empresas devem valorizar seus pontos fortes e construir os pontos fortes do futuro, a partir de pontos fortes existentes. Em outras palavras, a VBR avalia quais recursos permitem a uma empresa alcançar posição de vantagem competitiva sustentável, como essas vantagens podem ser estendidas e alavancadas, e como otimizar a relação custo-benefício, em termos de custos dos recursos e valor da produção conforme percebido pelo mercado.

Apesar de a VBR ser bastante difundida na literatura especializada, alguns autores questionam a importância e o emprego desta abordagem teórica e empiricamente.

Priem e Butler (2001) mostram que a abordagem baseada em recursos é inerentemente tautológica. A afirmação que recursos valiosos e raros podem se constituir em fonte de vantagem competitiva é tautológica, na medida em que recursos valiosos são definidos como aqueles que acarretam desempenho superior, e vantagem competitiva como o alcance do desempenho superior.

Na mesma linha de Priem e Butler (2001), Levitas e Ndofor (2006) assinalam que atributos considerados como construtos independentes, *i.e.*, vantagem competitiva sustentável, valor, raridade, “imitabilidade” e “substitutabilidade” são mutuamente causais, e nesse sentido, sua aplicação para identificar posição de superioridade se torna improcedente. Além disso, estes autores destacam outra limitação da VBR, mostrando que a atuação de uma empresa não pode ser desagregada e isolada a um único segmento de mercado, na medida em que vantagens obtidas em um segmento são freqüentemente determinadas por atividades em outro segmento de mercado.

Por outro lado, Levitas e Ndofor (2006) destacam que a VBR não se resume ao estudo de Barney (1991), tendo se desenvolvido mediante a incorporação de outros elementos além da proteção da posição (estática) de vantagem competitiva, tais como, o destaque à habilidade da empresa de construir e/ou estender suas capacidades de modo a se relacionar com as mudanças no ambiente de atuação (“capacidades dinâmicas”), e a importância dada ao recurso conhecimento (“visão baseada no conhecimento”).

Alves e Bomtempo (2007) apontam não haver consenso sobre a determinação do valor de um recurso. Muitos autores consideram como um ponto fraco, a VBR se limitar a analisar os recursos internos da empresa, mas que tal limitação foi suprimida, uma vez que o valor dos recursos não é determinado isoladamente, mas pela interação com as forças do mercado. Nesse sentido, a VBR combina a análise do ambiente interno da empresa com a análise do ambiente externo em que a empresa atua.

Wernerfelt *apud* Lockett, Oshea e Wright (2008) constata que a VBR vem sendo utilizada em muitos estudos para justificar a diferença entre empresas, todavia não ser esse o conteúdo original da abordagem. Para o autor, tais estudos não contribuem para o desenvolvimento da VBR, na medida em que são bastante similares, sendo muitos deles apenas estudos casos de aplicação da VBR.

2.2.2 A Visão Baseada em Mercado - VBM

Como mencionado, nas teorias sobre a inovação como fonte de vantagem competitiva encontram-se representados diferentes visadas, autores e discursos, sendo a visão baseada em mercado – VBM, uma abordagem que marca presença na literatura sobre inovação.

Na perspectiva de mercado, um dos autores bastante referenciado é Michael Porter (1980, 1985), que discute estratégia competitiva ao longo de duas dimensões: a atratividade das indústrias expressa pela rentabilidade no longo prazo e pelos fatores que a definem, e os determinantes da posição competitiva das empresas dentro da indústria, considerando que ambas as dimensões são dinâmicas.

Para Porter (1980), uma estrutura industrial é resultante da ação de cinco forças competitivas: rivalidade entre os competidores, poder de barganha dos clientes, poder de barganha dos fornecedores, ameaça de novos entrantes e ameaça de produtos/serviços substitutos. Nesse sentido, a estratégia competitiva de uma empresa é modificada e pode modificar e modelar uma estrutura competitiva vigente.

Uma empresa está em posição de vantagem competitiva sustentável se logra desempenho superior, expresso pela rentabilidade acima da média da indústria. Uma empresa pode ter dois tipos básicos de vantagem competitiva: baixo custo ou diferenciação, em escopo amplo ou estreito, que levam às estratégias genéricas para alcançar o desempenho acima da média em uma indústria, quais sejam: liderança de custo, diferenciação e enfoque.

Ainda de acordo com Porter (1985) o instrumento básico para diagnosticar a vantagem competitiva e para identificar maneiras de intensificá-la é a cadeia de valor da empresa. A cadeia de valor representa as atividades que a empresa está executando para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar seu produto; reflete a história da empresa, sua estratégia, a forma de implementação da estratégia e os resultados econômicos de suas atividades; bem como expressa o valor que os clientes estão dispostos a pagar pela oferta da empresa.

Assim, segundo Porter (1985), a questão-chave para posicionamento superior, ou seja, para alcance de posição de vantagem competitiva sustentável, é escolher as atividades que sejam diferentes das dos concorrentes pelo ponto de vista dos clientes (e não da empresa), tendo em conta que a empresa pode ter que mudar sua estratégia se ocorrerem mudanças estruturais na indústria.

Por outro lado, na perspectiva do mercado, o processo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos/serviços visando obtenção de vantagem competitiva encontra uma miríade de estudos no âmbito da disciplina Marketing. O Marketing tem como objeto de estudo, a “obtenção do melhor acoplamento possível entre segmentos da demanda e da oferta” (Rocha e Christensen, 1994, p. 22), ou seja, o marketing traz em si a visão do mercado como abordada na literatura sobre inovação.

No entanto, a vasta literatura especializada em Marketing ainda é pouco referenciada no âmbito dos estudos sobre inovação, decorrência talvez de um preconceito: como mostram Kotler e Bloom (1990), o marketing ainda tem sido considerado como algo nocivo, mal entendido e mal interpretado, e muitas pessoas o vêem como atividade manipuladora, intrusa e não profissional, ou então o relacionam à propaganda ou a vendas.

A administração de marketing nas organizações passou por três orientações, nos últimos anos: 1. a administração orientada para produto, onde a questão central do marketing consistia em desenvolver melhores tecnologias e produtos de acordo com o conceito da organização, que acreditava que esses produtos iriam atrair os consumidores; 2. a orientação para vendas, onde a principal função do marketing

era aumentar o mercado por meio do esforço de vendas; e 3. a orientação para marketing que determina que consumidores cada vez mais exigentes sejam quem decide se e quando as transações serão feitas. A criação de uma orientação para marketing passa a se constituir na principal missão de uma organização que procura desempenho superior.

As atividades de marketing englobam a avaliação de oportunidades de mercado e de capacidades e recursos da empresa, o posicionamento do produto/serviço[12]; a determinação do composto de marketing[13] (*marketing mix*) e a implementação e controle dos programas de marketing.

No que concerne ao desenvolvimento e lançamento de novos produtos, Rocha e Christensen (1994) mostram a existência de diversas conceituações de novo produto que se fazem presentes na literatura de marketing, na visão de diferentes estudiosos, e que se misturam ao longo de dois eixos: inovação para o mercado e inovação para a empresa, conforme sumariado na Figura 1 - Conceitos de Novos Produtos na Literatura de Marketing, incluída a seguir.

Pode ser observado a partir da Figura 1, que há nítida semelhança entre os conceitos de novos produtos e de inovação nos estudos sobre novos produtos, apresentados pelas literaturas especializadas em Marketing e em Inovação. Além disso, o tratamento dado à inovação em ambos os casos considera a inovação do ponto de vista da lógica interna da empresa inovadora[14].

Com efeito, a literatura de Marketing trata o processo de desenvolvimento de novos produtos ao longo de oito grandes etapas: geração de idéias, seleção de idéias, desenvolvimento e teste do conceito, estratégia de marketing, análise comercial, desenvolvimento do produto, teste de mercado e comercialização (Kotler e Armstrong, 1999; Boone e Kurtz, 1998; Rocha e Christensen, 1994; Kotler, 1972), gerenciadas inclusive pelo uso de instrumentos da engenharia como CPM (*Critical*

---

[12] "Quem vende o que, para quem, melhor do que a concorrência."
[13] Vide nota 11 anterior.
[14] Marketing é uma disciplina da Administração de Empresas, um dos campos de saber das Ciências Humanas.

Path Method) e PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Cabe observar que essas etapas não são necessariamente seqüenciais.

Figura 1. Conceitos de novos produtos na literatura de Marketing

<table>
<tr><th></th><th>Kotler</th><th>Stanton</th><th colspan="2">Leduc</th><th>Levitt</th><th colspan="2">Hamburger & Arantes</th><th colspan="2">Booz-Allen & Hamilton</th></tr>
<tr><td rowspan="4">+
graus de inovação no produto
-</td><td rowspan="3">Inovação : produto fundamentalmente novo para a empresa e para o mercado</td><td rowspan="2">Produto realmente inovador, inédito</td><td colspan="2">Produtos que criam necessidades inexistentes</td><td rowspan="3">Algo que nunca foi feito antes, totalmente novo</td><td colspan="2" rowspan="3">Produtos que constituem realmente novidades no mercado</td><td colspan="2">Produtos novos para o mercado, que criam um mercado totalmente novo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Produtos novos para atender a uma necessidade já existente</td><td colspan="2" rowspan="3">Novas linhas de produto: novos produtos que permitem a uma empresa, pela primeira vez, penetrar no mercado</td></tr>
<tr><td>Substituto adaptável de produtos existentes, diferenciado significativamente do usado antes</td><td colspan="2">Aperfeiçoamento de um produto já existente</td></tr>
<tr><td>Nova marca, produto novo para a empresa, embora já exista no mercado</td><td>Imitações que são novidades para a empresa, mas não para o mercado</td><td colspan="2" rowspan="3">Nova variedade de um produto já existente</td><td rowspan="4">Algo que nunca foi feito antes por uma empresa, ou por uma indústria</td><td colspan="2">Produtos conhecidos no mercado, mas novos para a empresa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Novo modelo, estilo ou tamanho de embalagem, produto superficial/novo para a empresa ou mercado</td><td rowspan="3"></td><td>Novos modelos de produtos já fabricados pela empresa</td><td>Novos tamanhos e embalagens</td><td>Adições a linhas de produtos já existentes</td><td>Melhorias e revisões dos produtos existentes</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Reposiciona-mentos: produtos já existentes para novos mercados ou segmentos</td><td rowspan="2">Reduções de custo: desempenho similar ao mesmo custo</td></tr>
<tr><td>Mudança no modo de usar o produto</td><td>Melhor utilização de um produto antigo</td></tr>
</table>

Fonte: Rocha e Christensen, 1994, p. 269.

A geração de idéias é comumente considerada o ponto de origem de um novo produto. As idéias advêm da interação de pessoas de diferentes unidades organizacionais da empresa[15], com base nas observações de produtos já existentes fornecidos pela empresa e por concorrentes nos diferentes mercados geográficos[16], e/ou pelo estímulo de uma nova tecnologia (*technology push*) e/ou do reconhecimento de uma necessidade insatisfeita do mercado (*market pull*)[17].

A seleção de idéias é fundamentada na análise dos recursos e capacidades da empresa, bem como na adequação da idéia à necessidade demonstrada pelo consumidor (*e.g.* verificação da compatibilidade da idéia com os objetivos da empresa nos curto e longo prazos, da disponibilidade de recursos financeiros e humanos para desenvolver, lançar e gerenciar o produto, da disponibilidade de habilidades e competências na organização e onde estas poderiam ser obtidas caso indisponíveis, das perspectivas de mercados geográficos nos curto e longo prazos, da comparabilidade entre as idéias no que concerne à garantia de vantagem competitiva sustentada no longo prazo, como as possibilidades de patentes, de obsolescência tecnológica, a reação da concorrência).

O desenvolvimento e teste do conceito traduzem a idéia do produto em termos significativos para o consumidor, mediante troca de informações entre a empresa e consumidores potenciais do produto/serviço. O desenvolvimento da estratégia de marketing exprime o conceito do produto em termos de mercado-alvo, posicionamento do produto/serviço e do composto de marketing.

---

[15] Pessoas externas, como fornecedores, consultores, cientistas, entre outros podem também ser envolvidas no processo.

[16] Essas observações de produtos já existentes geralmente levam ao desenvolvimento de inovações incrementais.

[17] Em estudos que se fazem presentes na literatura sobre inovação, Rothwell (1994) afirma que, diante das crescentes complexidade e velocidade das mudanças tecnológicas, as empresas estão sendo impelidas a estabelecer alianças verticais e horizontais com outras organizações, de modo a adquirir maior flexibilidade e eficiência. Dessa forma, os modelos de desenvolvimento de uma inovação lineares ou integrados, *technology push* ou 1G – de primeira geração, *market pull* ou 2G - de segunda geração, a combinação de *technology push* e *market pull* ou 3G - de terceira geração, e a interação integrada e paralela ou 4G – de quarta geração, evoluíram para o modelo 5G ou de quinta geração, que consiste no desenvolvimento do modelo 4G (paralelo e integrado), onde a própria tecnologia se encontra em processo de mudança. Cabe notar, que o modelo 5G se coaduna perfeitamente com as atividades de marketing, no que se refere ao desenvolvimento de novos produtos/serviços.

A análise comercial verifica a viabilidade técnico-econômica do produto, mediante avaliação das metas de vendas, de participação no mercado e de receitas, dos custos (produção, P&D, distribuição, comunicação, financeiros, etc.) para colocação do produto disponível para o consumidor. O desenvolvimento do produto engloba o desenvolvimento do produto propriamente dito (protótipo, embalagem, marca, produção-piloto, etc.) tanto na empresa quanto externamente, por exemplo, em instituições de pesquisa. O teste de mercado consiste em examinar o produto/serviço em uma determinada região geográfica de modo a avaliar os elementos do composto de marketing nas condições do “mundo real”. Esse teste tem como desvantagem abrir prematuramente para a concorrência a nova oferta da empresa, bem como o custo em termos financeiros e de tempo. A comercialização é a introdução do produto no mercado.

A estrutura organizacional necessária para o desenvolvimento de novos produtos, conforme apresentado por Kotler e Armstrong (1999); Boone e Kurtz (1998); Rocha e Christensen (1994) e Kotler (1972), passa por diferentes arranjos, envolvendo não somente a interação entre pessoas das diversas unidades organizacionais da empresa, mas também, fornecedores e clientes.

Faz-se pertinente observar que as atividades de marketing, além de envolverem o desenvolvimento de novos produtos, englobam também, aquelas relacionadas à retirada de um produto/serviço do mercado (canibalização de produtos/serviços), com base no sucesso ou insucesso obtido com o lançamento do novo produto/serviço, bem como na análise do ciclo de vida do produto/serviço e no gerenciamento do portfólio de produtos da empresa.

Estes são apenas alguns exemplos das questões tratadas pela disciplina Marketing, que como mencionado, tem em sua “essência” a orientação para mercado. A definição do mercado, do ponto de vista do marketing considera em primeiro lugar a existência de uma necessidade, pois é a necessidade que sinaliza para uma empresa uma oportunidade atual ou potencial. Mas não basta a existência da necessidade, esta deve ser percebida pelo consumidor e este deve ter desejo e condições de adquirir o produto/serviço que atende à mesma. Ao mesmo tempo, a

empresa deve ter recursos e capacidades para atender a necessidade identificada ou idealizada.

Em suma, no âmbito da VBM, a obtenção e a sustentação de posição de vantagem competitiva pela entrega de valor superior aos clientes podem levar a um desempenho superior, mensurável com base no desempenho mercadológico (*e.g.*, participação no mercado, grau de satisfação dos clientes) e no desempenho financeiro (*e.g.*, retorno sobre investimento, criação de riqueza para o acionista), onde vantagem competitiva sustentável significa a criação de valor fundamentado por inovações, mediante a implementação de uma estratégia empresarial distinta daquela operacionalizada por um concorrente atual ou potencial, e que impede que outras empresas imitem os benefícios advindos da implementação dessa estratégia.

Aqui também caberiam as observações de Priem e Butler (2001) apresentadas anteriormente, no que concerne à tautologia da abordagem baseada em recursos, na medida em que o valor superior entregue aos clientes é definido como aquele que acarreta desempenho superior e vantagem competitiva como o alcance do desempenho superior.

2.2.3 A abordagem evolucionária

Nathan Rosenberg, Richard Nelson e Sidney Winter são autores freqüentemente referidos pela literatura sobre inovação por suas contribuições para a “economia evolucionária”.

A economia evolucionária é uma escola da Economia, que tem como uma de suas premissas, a racionalidade limitada dos agentes, contrariamente aos pressupostos adotados pela economia tradicional. É também inspirada nas pesquisas da Biologia, especificamente na teoria da evolução das espécies de Charles Darwin, bem como nos estudos de Karl Marx, que mostram o homem determinado pelo sistema econômico e social.

As pesquisas de Nathan Rosenberg tiveram como objeto de estudo, os aspectos econômicos da mudança tecnológica, ao longo de duas vertentes: seus determinantes e suas conseqüências. As principais questões analisadas por Rosenberg foram a diversidade de forças que geram a mudança tecnológica no âmbito de uma indústria, e as influências mútuas entre pesquisa científica e inovação tecnológica.

Em resumo, Rosenberg (1976) aponta que o conceito dominante da inovação proposto por muitos economistas de herança schumpeteriana obscurece o processo de inovação, por distinguir a atividade de inovação de outras a ela atreladas. Há uma tendência de considerar o processo de inovação apenas nos aspectos radicais, tendo o foco da inovação centrado na descontinuidade do processo, desconsiderando a continuidade, dando importância excessiva ao conhecimento científico e pouca aos conhecimentos de engenharia e outras formas de conhecimento; destacando os estágios iniciais do processo de inovação e quase nenhuma aos estágios posteriores; bem como não considerando as características do capital humano para a produção de conhecimento, que leva a inovações e para o sucesso destas inovações no mercado.

A abordagem evolucionária para o exame dos processos de inovação e de mudança tecnológica foi “popularizada” no início dos anos 1980 (apesar de adotada desde os anos 1930) por Richard Nelson e Sydney Winter, que mesclaram os conceitos de conhecimento tácito e rotinas com a dinâmica da concorrência schumpeteriana.

A teoria evolucionária de Richard Nelson e Sidney Winter se insere como uma crítica à teoria do equilíbrio tratado pela teoria ortodoxa, a qual é estática e tem como fundamentos, o equilíbrio entre oferta e demanda, a maximização de lucros e a racionalidade perfeita. Já a proposta teórica schumpeteriana dá-se no âmbito de uma visão dinâmica da concorrência e da inovação, onde a evolução da economia é analisada ao longo do tempo, com base em um processo contínuo de introdução e difusão de inovações no mercado de atuação da empresa.

As principais características da concorrência schumpeteriana são a busca permanente de diferenciação por parte das empresas, mediante estratégicas

deliberadas, visando à obtenção de posição de vantagem competitiva, esta última definida como "obtenção de lucros de monopólio, ainda que temporários" (POSSAS, 2002, p. 419). Nesse sentido, monopólio e concorrência não são incompatíveis entre si. A introdução de uma inovação absorvida pelo mercado determina novo dinamismo na economia, onde os lucros oriundos dessa inovação contribuem para acirrar a competição, atraindo para o mercado, imitadores que acompanham o sucesso das empresas líderes. As empresas não sabem antecipadamente se vale à pena tentar ser inovadora ou imitadora, ou os níveis de gastos de pesquisa e desenvolvimento - P&D envolvidos. Assim, todo processo de inovação tem o risco e a incerteza como características inerentes, e conseqüentemente, a resultante de um processo competitivo depende de uma interação complexa de forças que variam ao longo do tempo, ou seja, dependem de uma trajetória.

Nelson e Winter (2005) fazem associações entre questões estruturais e conduta da empresa, e evidenciam que a concorrência schumpeteriana tende a produzir vencedores e perdedores, onde algumas empresas tirarão maior proveito das oportunidades técnicas, em função de sua estratégia tecnológica (e competitiva)[18].

As idéias-chave da teoria evolucionária são: as empresas dispõem de habilidades, ou seja, de aptidões, procedimentos e regras de decisão (rotinas) que determinam suas ações diante de condições externas, e se envolvem em diversas operações de busca, por meio das quais descobrem, julgam, e avaliam mudanças possíveis de suas maneiras de fazer as coisas. Empresas cujas decisões são lucrativas no âmbito do mercado conseguem se expandir, enquanto que aquelas não lucrativas se contraem.

O modelo analítico proposto por Nelson e Winter (2005) tem como base, a interação entre estratégias empresariais ao longo do tempo, que englobam o processo de busca de inovações e outras estratégias e decisões (de investimento, produção e preços) e o processo de seleção de tais inovações pelo mercado. Nesse sentido, o principal objeto de análise de Nelson e Winter (2005) é a trajetória resultante, ou

---

[18] Referência clara à teoria darwinista da evolução das espécies, historicamente predominante no século XIX.

seja, a evolução da indústria ao longo do tempo, cuja estrutura em termos de produtos, tecnologias, participações e concentração de mercado vai se modificando de forma endógena, por meio das inovações e de sua seleção pelo mercado e posteriormente por outras instituições, como centros de pesquisa.

Nelson e Winter (2005), no âmbito de sua pesquisa sobre como as empresas inovam, sugerem que “o saber” e “o fazer” estão inseridos nas rotinas organizacionais da empresa, e são desenvolvidos no uso de recursos específicos. As empresas podem ser analisadas em termos de uma hierarquia das rotinas organizacionais praticadas, que definem habilidades organizacionais de ordem mais baixa e procedimentos de decisão de ordem mais alta para a escolha do que deve ser feito nos níveis inferiores. A ausência dessas rotinas restringe a capacidade de inovação da empresa, na medida em que estratégia, estrutura e competências centrais (*core capabilities*) são elementos que permitem discriminar as empresas.

Desse modo, com base na teoria evolucionária de Nelson e Winter (2005), os problemas surgem, as empresas buscam soluções, que se bem-sucedidas são “ensinadas” a todos os agentes envolvidos, caracterizando um processo de aprendizagem, até que se torne uma rotina eficiente para o funcionamento da tecnologia, que será colocada em questão quando de novos problemas.

Em suma, a abordagem evolucionária trata a inovação como um processo que se desenvolve ao longo de uma trajetória, de regimes tecnológicos, onde escolhas tecnológicas feitas no passado induzem as empresas a se adaptarem ao ambiente onde atuam. Além disso, considera que conhecimento e tecnologia são desenvolvidos por meio de interação institucional complexa, cuja estrutura afeta a trajetória futura da mudança econômica. Nesse sentido, trata a inovação de forma um pouco mais abrangente, por considerar elementos endógenos e exógenos nos processos de inovação, que determinam trajetórias e paradigmas tecnológicos, privilegiando a dimensão econômica, tanto em termos de premissas quanto de resultados dos processos de inovação.

2.2.4 A abordagem multidimensional

Para Kline e Rosenberg (1986), uma inovação é resultado de processos complexos, entrelaçados e simultâneos e, por natureza, incertos. Assim, os autores examinam um processo de inovação, tendo como premissa que tal processo é "holístico ou sistêmico", não linear, complexo, inerentemente incerto, sujeito a restrições tecnológicas e mercadológicas que ocorrem simultaneamente, e cujos resultados são de difícil mensuração.

Murmann (2003) ressalta que modelos co-evolucionários possibilitam melhor compreensão da dinâmica de uma mudança na indústria. O autor usa o prefixo "co" em co-evolução "não no sentido restrito de duas coisas evoluindo juntas, mas em sentido amplo de múltiplas coisas evoluindo conjuntamente" (MURMANN, 2003, p.21). Assim, analisa a co-evolução de populações de empresas nacionais, tecnologias e dois tipos de instituições nacionais - sistemas de pesquisa e treinamento e prática de patentes. Murmann (2003) considera co-evolução somente se as populações têm impacto causal umas nas outras.

Nelson (2005) advoga que o crescimento econômico é um processo que envolve a co-evolução de tecnologias, instituições e estrutura industrial. Segundo o autor, teorias econômicas que têm como foco a mensuração do crescimento por meio de indicadores no agregado, como o PIB ou PIB *per capita*, são cegas àquilo que acontece sob o agregado, onde são partes essenciais do processo, o crescimento de setores a taxas diferentes e o nascimento e morte de indústrias. Conforme Nelson (2005), uma teoria de crescimento econômico com base no avanço tecnológico deve reconhecer além de empresas e mercados, uma gama de instituições, como universidades, instituições públicas de pesquisa e organizações governamentais.

2.2.5 A abordagem sistêmica

A abordagem sistêmica examina a inovação considerando as relações entre a organização inovadora e os diferentes atores do ambiente externo à organização,

que afetam e são afetados pelo processo de inovação, tratando a inovação como um processo social. No âmbito desta abordagem estão incluídos os estudos sobre sistemas de inovação nacionais, regionais, setoriais e tecnológicos.

A abordagem dos sistemas de inovação analisa a influência externa nas atividades de inovação de uma organização, no que concerne à transferência e difusão de idéias, habilidades, conhecimentos e informações, pelos diversos canais e redes integrados a um contexto social, político e cultural, que orienta e inibe as capacidades e atividades de inovação da organização. A inovação é vista como um processo dinâmico (OCDE, 2005), na medida em que a acumulação de conhecimento se dá por aprendizagem e interação.

Como apontam Lundvall e outros (2002), o interesse por analisar a influência externa nos processos de inovação surgiu da constatação por muitos estudiosos do tema, que o conhecimento novo necessário para o processo de inovação não se originava diretamente nas universidades e nos departamentos de P&D de empresas, mas em outras fontes, tais como clientes, profissionais das áreas de engenharia de produção e de marketing que mantinham contato freqüente com atores externos ao ambiente da empresa, assim como da necessidade de integrar essas contribuições mais abrangentes a um conceito de processo de inovação.

Em alguns estudos do início dos anos 1980 (*e.g.* Grupo de Aalborg, Dinamarca) era recorrente a expressão “sistemas nacionais de produção”, e o conceito de sistema de inovação foi introduzido por Lundvall em 1985, mas ainda sem o adjetivo nacional. A expressão “sistema nacional de inovação” passou a ser reconhecida no início dos anos 1990, a partir do estudo de Lundvall (1995), mas segundo Freeman (1995) o significado trazido pela expressão, já se fazia presente no início dos anos 1840[19].

---

[19] Conforme Lundvall (1995), Friedrich List (1841-1959) foi o primeiro a teorica e sistematicamente tratar de sistemas nacionais de inovação, ao mudar o foco da análise da troca e da alocação, como preconizado por Adam Smith, para desenvolvimento de forças produtivas, destacando elementos como proteção de indústrias nascentes, responsabilidades governamentais pela educação e treinamento e o desenvolvimento de infra-estrutura de suporte para o desenvolvimento industrial. O conceito de sistema nacional de inovação como uma combinação do público, privado e institucional, segundo Mowery 1994 (*apud* Freeman, 1995) se originou em Freeman, em 1987, em sua análise da

De acordo com Dahlman e Frischtak (1993), um sistema de inovação é a rede de agentes e conjunto de políticas e instituições que afetam a introdução de nova tecnologia na economia. O sistema inclui políticas de transferência de tecnologia, propriedade intelectual, importação de bens de capital, investimento estrangeiro, redes de instituições públicas e privadas, agências de suporte e fomento a atividades cientifica e tecnológica, além de pesquisa e desenvolvimento, difusão e criação de capital técnico e humano.

Diversos estudos que tratam de sistemas de inovação discutem a delimitação de tais sistemas em termos de espaço geográfico e econômico – sistema nacional *versus* tecnológico e setorial. Outros desenvolvem um conceito de instituição de modo a distingui-la e relacioná-la à organização e à tecnologia.

Conforme a análise apresentada por Andersen e outros (2002), os sistemas de inovação são examinados no âmbito de três diferentes perspectivas: como sistemas espaciais e econômico-políticos, como sistemas tecnológicos e como sistemas setoriais. Os primeiros estudos têm por objetivo compreender os processos históricos de evolução econômica; os segundos, fundamentar um processo de tomada de decisão e de escolha de políticas; e os terceiros, contribuir para a teoria. Os sistemas de inovação como sistemas espaciais e econômico-políticos foram estudados por Freeman (1995), Lundvall (1995), Coriat (2002)[20], Porter (1993)[21], entre outros; os sistemas tecnológicos por Carlsson (1997), Carlsson e Stankiewicz (1991), Carlsson e outros (2002), entre outros; e os sistemas setoriais principalmente por Malerba (2002, 2002a) e Malerba e Orsenigo (1996, 1997, 2000).

Os pressupostos subjacentes à abordagem de sistema nacional de inovação têm sua origem na teoria evolucionária de Nelson e Winter, bem como nos estudos empíricos liderados por Freeman (SPRU, Sussex, anos 1970), que se apoiavam fortemente na idéia de que uma inovação bem-sucedida estava atrelada a relações

---

economia japonesa no pós-guerra. Tal conceito foi expandido nos estudos de Nelson de 1992 e 1993.

[20] Coriat trata também da conceituação de instituição.

[21] “O modelo diamante”.

de longo prazo e a interações estreitas com agentes externos à empresa. Além disso, a apresentação do Modelo Interativo/Iterativo (*Chain-Linked Model*) de Kline e Rosenberg (1986)[22] foi relevante para a abordagem, por fornecer uma alternativa ao modelo linear da inovação (Freeman, 1995).

O conceito de sistema nacional de inovação tem como premissa que muitos dos fatores que influenciam as atividades de inovação são nacionais (instituições, cultura e valores). Ao mesmo tempo, é fato que os processos de inovação são internacionais em muitos aspectos e nesse sentido, as atividades de inovação de uma nação afetam e são afetadas por fatores que se originam fora de suas fronteiras, tais como, interação entre empresas e instituições de pesquisa, concorrência com empresas estrangeiras, barreiras alfandegárias e não alfandegárias (OCDE, 2005). Nestas condições, muitos estudiosos do tema destacam o papel dos governos nacionais na posição de vantagem competitiva alcançada por seus países respectivos, tendo a política tecnológica como um dos principais pilares, onde a vantagem competitiva é expressa em termos de desempenho econômico do país.

De acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 2005), a abordagem dos sistemas de inovação desloca o foco de uma política, enfatizando o processo interativo entre instituições na criação, difusão e aplicação do conhecimento, mediante análise da importância das condições, regulamentações e políticas nas quais o mercado opera e, portanto, o papel do governo no monitoramento e no ajuste fino da estrutura do sistema como um todo. Conforme será tratado no Capítulo 5, seção 5.1, adiante, outros fatores, além daqueles apontados no Manual de Oslo, determinam a interação entre nações, no que concerne aos processos de inovação empreendidos nos diferentes países.

O conceito de sistemas nacionais de inovação varia de definições estreitas, incluindo apenas organizações que deliberadamente promovem a aquisição e a difusão do conhecimento e aquelas que se constituem em fontes de inovação (como somente as organizações/instituições que desenvolvem atividades de P&D) até definições

---

[22] Incluído no Quadro 22, apresentado no Apêndice A.

bastante amplas. Estas últimas reconhecem que tais organizações/instituições estão inseridas em um sistema socioeconômico e são influenciadas tanto por fatores políticos e culturais quanto por fatores econômicos, que determinam a direção, a escala e o sucesso relativo de todas as atividades inovadoras, incluindo qualquer evento que tenha impacto na aprendizagem.

Um sistema tecnológico consiste de uma rede de agentes que interagem em uma área tecnológica específica no âmbito de um determinado arranjo institucional, para gerar, difundir e utilizar a tecnologia, e dessa maneira, pode se constituir em uma ferramenta analítica para concepção e gestão de políticas tecnológicas (*e.g.*, Carlsson e outros, 2002; Carlsson, 1997; Carlsson e Stankiewicz, 1991). Tais sistemas diferem no modo como evoluem e no grau de sucesso em termos de impacto na economia.

Um sistema setorial de inovação é conceituado tendo como base, a idéia de que diferentes indústrias operam sob determinados regimes tecnológicos, onde um regime tecnológico compreende uma combinação particular de oportunidades tecnológicas, condições de apropriação, grau de acumulação de conhecimento tecnológico e características da base relevante de conhecimento (Dosi e outros, 1997). Segundo Malerba (2002, 2002a), sistemas setoriais se constituem por uma base de conhecimento, tecnologias, insumos (*inputs*) e por uma demanda (potencial ou em declínio). Os agentes são indivíduos e organizações em vários níveis de agregação, com processos de aprendizagem, competências, estruturas organizacionais, crenças, objetivos e comportamentos específicos. Eles interagem por processos de comunicação, troca, cooperação, competição e comando e essas interações são delineadas pelas instituições e assim sofrem processos de mudança e transformação pela co-evolução de seus diversos elementos.

Para Bergek, Hekkert e Jacobsson (2008), as funções de um sistema de inovação são desenvolver e difundir conhecimento, influenciar a direção da pesquisa, a experimentação empreendedora, a formação de mercado, a mobilização de recursos, e a legitimação e o desenvolvimento de externalidades positivas.

De acordo com Godin (2009), o conceito de sistemas nacionais de inovação foi inventado por economistas que durante várias décadas, foram criticados pela falta de capacidade de integrar as instituições em suas teorias e modelos econométricos.

Segundo Godin (2009), há duas famílias de autores na literatura que trata de sistemas nacionais de inovação: aquela que se concentra na análise das instituições (incluindo regulamentações institucionais) e que descreve os modos pelos quais os países organizam seus sistemas nacionais de inovação, tendo Richard Nelson como principal representante, e aquela que oferece uma abordagem mais "teórica", realçando o conhecimento e o processo de aprendizagem (aprender-fazendo, aprender-usando, etc.), tendo B-Å Lundvall, como principal representante.

Conforme Foxon, Köhler e Neuhoff (2008), tais abordagens são criticadas por não fornecerem elementos explícitos para orientar estratégias e políticas empresarias e governamentais.

Cabe observar, que todas as abordagens sistêmicas presentes na literatura da inovação consideram o sistema como resultante de um somatório de seus elementos e suas inter-relações, considerando a ação da cada elemento e as relações entre eles de forma isolada.

2.2.6 A abordagem sociotécnica

Os estudos sobre inovação desenvolvidos por uma abordagem social ou sociotécnica (*e.g.*, Callon, Lascoumes, Barthes, 2001; Latour, 2000; Orlikowskiv, 2010; Pinch e Bijcker, 1984) examinam uma inovação pelo ponto de vista construtivista e não por uma perspectiva essencialista, inspirados por pensadores da Filosofia (*e.g.*, A. Feenberg, H. Marcuse, K. Mannheim, L.Winner, M. Bunge, K. Marx e F. Engels, T. Hughes). Tais estudos analisam uma inovação como um conjunto de técnicas, procedimentos e conhecimento tácito/explícito, incorporados ou não em artefatos, criados interativamente por formas coletivas de organização; e consideram a inovação, radical ou não, como um fenômeno social.

Outros estudos desenvolvidos por abordagens sociotécnicas, dentre os quais a Gestão de Nichos Estratégicos (Strategic Niche Management) – SNM, a Avaliação Construtivista da Tecnologia (Constructive Technology Assessment) – CTA, e o PROTEE - PROcédures dans les Transports d'Evaluation et de suivi des innovations considérées comme des Expérimentations collectives são utilizados para o gerenciamento e monitoramento de processos de inovação, especificamente processos de inovação radical visando a concepção, o acompanhamento e a avaliação de políticas governamentais. As principais características de tais modelos são a interação entre os envolvidos no processo de inovação, a aprendizagem conjunta, a antecipação dos desdobramentos futuros da inovação em relação ao mercado e à sociedade, e os *feedbacks* dessa antecipação para as arenas de decisão relevantes.

gestão de nichos estratégicos

A gestão de nichos estratégicos (*Strategic Niche Management*) – SNM tem como pressuposto, que uma inovação radical "bem-sucedida" provém de experimentos sociotécnicos nos quais várias partes interessadas (*stakeholders*) interagem, colaborando e trocando informações, conhecimento e experiências, induzindo um processo de aprendizagem que facilitará a incubação de uma nova tecnologia. Tais experimentos ocorrem em espaços protegidos – nichos, que se constituem em domínios específicos para a nova tecnologia, e que criam "protótipos" de mercado onde são estabelecidas conexões com as partes interessadas do mercado ainda na "fase de laboratório" da tecnologia. Quando a incubação tem êxito, um nicho real de mercado se desenvolverá no curso estabelecido, no âmbito do qual a inovação se sustentará comercialmente.

A SNM se fundamenta na economia evolucionária. Kemp, Rip e Schot (2001) mostram que a SNM foi originalmente implantada para viabilizar a introdução de uma nova tecnologia, mediante criação, desenvolvimento e distribuição de espaços protegidos para tecnologias promissoras, mas que atualmente a SNM é um método que permite construir regimes tecnológicos e que possibilita trabalhar intencionalmente em direção da mudança de regime.

De acordo com Caniëls, Van Eijck, Romijn (2007), proteção é um conceito amplo, que pode tomar diversas formas, tais como, de uma política governamental protecionista, de um comprometimento substancial de recursos para P&D para desenvolvimento de uma inovação por parte de empresas privadas, e de propensão de usuários potenciais para participar de testes voluntários. A proteção leva à constituição de um espaço – nicho, onde diversos indivíduos ou grupos se tornam comprometidos com o processo de inovação. Nesse sentido, a SNM engloba experimentação, aprendizagem e convergência e alinhamento de expectativas que se entrelaçam e se reforçam mutuamente: estratégias, expectativas, crenças, práticas, diagnósticos, prognósticos, percepções e visões dos diferentes atores devem caminhar na mesma direção e se tornarem mais específicas e consistentes.

No âmbito de uma perspectiva multidimensional (Schot, Hoogma e Elzen, 1994), Geels (2002a, 2002) aponta que nos "espaços de agenciamento", diferentes atores se encontram e suas visões de desenvolvimento tecnológico entram em colisão e em conluio, em três níveis embutidos uns nos outros: no nível micro – espaço onde os atores interagem e aprendem, que responde pela geração e desenvolvimento da inovação radical; no nível meso, onde são estabelecidas regras em torno da tecnologia dominante que responde pela estabilidade do desenvolvimento tecnológico existente e pela ocorrência de trajetórias; e no nível macro, onde são estabelecidos os cenários (*landscapes*) sociotécnicos, que consistem de uma magnitude de fatores contextuais que influenciam o desenvolvimento tecnológico, que contudo, não podem ser alterados pelos atores tecnológicos. Assim, como esses níveis são embutidos mutuamente, o sucesso futuro de uma nova tecnologia não é apenas governado pelo processo que ocorre no nicho, mas também pelos desenvolvimentos nos níveis do regime tecnológico e do cenário sócio-técnico.

Como indicam Caniëls e Romijn (2008) e Raven (2005), os experimentos ocorrem no contexto de um regime sociotécnico que envolve todo o sistema de conhecimento científico, as práticas de engenharia, as tecnologias dos processos de produção, as características do produto, habilidades e procedimentos, necessidades dos usuários estabelecidos, exigências regulatórias, instituições e infra-estruturas. Esse regime,

por sua vez, está embutido em um cenário mais amplo, composto por fatores sociais, tais como demografia, cultura política, estilos de vida e sistema econômico, que apenas podem se alterar lentamente.

Raven (2005) indica que a SNM engloba as seguintes fases que se sobrepõem: 1. identificação de uma tecnologia ou idéia promissora e de seus possíveis desdobramentos; 2. desenho do experimento, 3. implementação do experimento; 4. *scaling-up* do experimento para um nicho; 4. avaliação do nível de proteção do nicho e tomada de decisão quanto à continuação ou desativação do experimento, tendo em conta, os diferentes tipos de experimentos, quais sejam, exploratórios, pilotos, demonstrativos e disseminadores[23].

A SNM se propõe a ser empregada não apenas para compreender o processo de desenvolvimento tecnológico, mas também para influenciar tal processo, na medida em que serve como instrumento para a análise de casos históricos e ainda para conceber sugestões de políticas tecnológicas nas esferas governamental, empresarial e outras encarregadas de promover tecnologias.

Resumindo, a gestão de nichos estratégicos – SNM envolve a criação, o desenvolvimento e a melhoria controlada de espaços protegidos para o desenvolvimento e uso de tecnologias promissoras, mediante experimentação, e com objetivo de aprendizagem sobre o grau de "necessidade" da nova tecnologia, bem como de aprimorar o desenvolvimento futuro e a taxa de aplicação da nova tecnologia.

Caniëls e Romijn (2008) assinalam que há limitações na gestão de nichos estratégicos – SNM como instrumento para subsidiar a formulação de políticas tecnológicas, tais como a natureza e qualidade das interações e a morfologia das

---

[23] De acordo com Raven (2005), os experimentos exploratórios ajudam a identificar problemas, preferências dos usuários, possibilidades de modificação da tecnologia e a aprender como os futuros experimentos devem ser estabelecidos; os experimentos pilotos visam informar a indústria e o público em geral, estimular o debate e abrir espaço para concepção de políticas governamentais, bem como verificar a aplicabilidade do experimento em outros ambientes; os experimentos demonstrativos têm como objetivo mostrar a potenciais usuários, os benefícios advindos da inovação; e os experimentos disseminadores visam a replicar e a implementar, em larga escala, o sistema tecnológico.

relações entre as diferentes partes da rede de atores. Somente partindo de uma análise em maior profundidade dessas interações e relações, a SNM poderá se constituir em um instrumento mais efetivo de políticas tecnológicas, pois na forma como vem sendo desenvolvida, a SNM se restringe a uma ferramenta de pesquisa para descrever e analisar casos históricos ou a um instrumento de gestão de experimentos isolados visando aprendizagem.

avaliação construtivista da tecnologia

As abordagens para avaliação de tecnologia (*Technology Assessment*) – TA têm como finalidade, analisar a mudança tecnológica - uma nova tecnologia ou a expansão significativa de uma tecnologia já existente, do ponto de vista do impacto na sociedade, de modo a antecipar e mitigar possíveis conseqüências negativas.

A avaliação tecnológica - TA se desenvolveu como um método que enfatiza a facilitação de interfaces entre a oferta de ciência e tecnologia e a demanda por aplicações visando sua inserção social, servindo assim, como subsídio para políticas públicas e para processos de tomada de decisão em geral. Para tal, articula necessidades, desejos e restrições de diferentes públicos em relação à inovação, ainda na emergência da inovação, tendo ainda se tornado, parte integrante de programas de ciência e tecnologia (*e.g.*, biotecnologia, nanotecnologia), conforme apresentado por Merkerk e Smits (2008).

O conceito de TA foi primeiramente desenvolvido nos Estados Unidos, no início dos anos 1960, e adotado pelo governo norte-americano para fazer frente à necessidade de atentar para as conseqüências sociais, econômicas, políticas e éticas, entre outras, da introdução de novas tecnologias. Nesse sentido, a TA passou a subsidiar a escolha de políticas governamentais. Posteriormente, a TA foi adotada pelo setor privado, como forma de antecipar a reação externa decorrente da introdução de uma nova tecnologia sobre o desempenho de uma empresa (Tran e Dain, 2008; Genus, 2006; Shot e Rip, 1996).

Uma TA compreende diferentes metodologias de uma mesma abordagem básica, que é adaptada de acordo com as especificidades, mas mantendo o objetivo geral

de inserção social da tecnologia (Merkerk e Smits, 2008). Segundo levantamento de Tran e Dain (2008), tais metodologias são: simulação, avaliação de impacto, análise de cenários, avaliação de risco, análise de decisão, empregadas do lado governamental, e análise custo/benefício, análise de decisão, "tecnométricas"[24], análise de cenários, Delphi, *roadmappings*, monitoramento tecnológico, modelos matemáticos, utilizadas pelo setor privado.

A Avaliação Construtivista da Tecnologia – CTA é um tipo de Avaliação Tecnológica - TA, praticada principalmente na Holanda e na Dinamarca, bem como pela OCDE e União Européia – UE. A CTA surgiu como resposta à constatação que a maior parte dos instrumentos usados para promover (*e.g.*, financiamento a P&D) e para regular (*e.g.,* regulação de efluentes) uma inovação eram muito mais corretivos do que preventivos, em termos de possíveis impactos negativos de uma tecnologia na sociedade (Raven, 2005), na medida em que não consideravam, entre outros aspectos, a inclusão de preocupações sociais (*e.g.,* proteção ao meio ambiente), ainda durante a fase de projeto, ou seja, antes da implementação da inovação.

A CTA tem como foco expandir a via participativa no projeto, no desenvolvimento e nos processos de implementação da nova tecnologia, mediante ampliação do diálogo para outros atores, como produtores e consumidores, além do governo. Nesse sentido, não se constitui apenas em um instrumento de gestão, mas de uma prática (incluindo diferentes instrumentos), que antecipa impactos, envolve usuários e outras comunidades impactadas, desde o início do processo, e de forma interativa, instituindo elementos de aprendizagem e reflexão social. Em outras palavras, segundo Raven (2005) e Schot e Rip (1996), a CTA enfatiza três aspectos importantes, que se fazem presentes no desenvolvimento de uma nova tecnologia, quais sejam, a interação entre diferentes atores desde o início do processo, a aprendizagem social, e a reflexão crítica sobre a necessidade de consistência entre um projeto tecnológico e um projeto social.

---

[24] Diferentes indicadores para avaliar a tecnologia, tais como características de desempenho com base em determinados atributos do produto, processo, tecnologia, indústria; métodos econométricos; patentes; bibliométricas (Tran e Daim, 2008).

O objetivo da CTA não é empreender um resultado particular para a inovação, como por exemplo, um sistema sustentável de geração de energia, mas como mencionado, “melhorar” o resultado da inovação, de modo a incluir preocupações sociais em todas as fases do processo. Como aponta Raven (2005), embora a CTA seja normativa em si, na medida em que propicia a opção por um melhor resultado do processo de inovação, a CTA aceita que o resultado do processo de inovação é incerto. Por exemplo, a sustentabilidade do novo sistema de geração de energia não é definida no início, mas a definição da mesma faz parte do resultado do desenvolvimento da tecnologia.

As estratégias genéricas características de uma Avaliação Tecnológica Construtivista, conforme Genus (2006) e Schot e Rip (1996) são as seguintes:
1. indução à tecnologia (*technology-forcing*) – modula o desenvolvimento da tecnologia pelo lado da demanda, como por exemplo, as exigências e padrões lançados pelo governo para catalisar a pesquisa e desenvolvimento ambiental (*e.g.*, exigências de eficiência energética);
2. gestão de nichos estratégicos - modula o desenvolvimento da tecnologia pelo lado da oferta, visando “proteger” a introdução de uma nova tecnologia, mediante o estabelecimento de uma série de “espaços experimentais” (nichos) para amadurecimento gradual da tecnologia com o envolvimento de uma rede de atores que inclui, empresas, usuários, pesquisadores, governo e outros; estes aprendem sobre o projeto, as necessidades dos usuários, a aceitabilidade política e cultural, entre outros aspectos; e
3. alinhamento – focaliza as interações entre “oferta e demanda” e tenta criar e explorar locais para tais interações (*e.g.*, conferências, workshops), de modo a modular desenvolvimentos futuros da tecnologia.

As principais limitações da Avaliação Tecnológica Construtivista, que inibem seu emprego como abordagem adequada para examinar um processo de inovação, de acordo com a literatura sobre inovação, estão relacionadas a seguir.

Schot e Rip (1996) indicam que as diferentes partes interessadas (*stakeholders*) envolvidas na avaliação atuarão de acordo com seus próprios interesses e

perspectivas, criando tensão que prejudica a interação e conseqüentemente os objetivos da CTA, quais sejam, aprendizagem, reflexão e antecipação para o alcance de uma sociedade melhor. Genus (2006) assinala a necessidade de práticas democráticas para o alcance dos objetivos das CTAs, e remete à questão das práticas discursivas, conforme abordado por Michel Foucault [25], referindo-se desse modo, aos aspectos de organização política e aos aspectos que dizem respeito a fatores subjetivos que moldam e reproduzem o discurso dominante, e às habilidades pessoais requeridas para abrir ou fechar espaços para a argumentação.

De forma a reduzir a incerteza e a tensão entre diferentes atores, e a aumentar a transparência de uma CTA, Merkerk e Smits (2008) desenvolveram metodologia baseada em uma seleção ampla de atores relevantes, em um efetivo suporte a esses atores (*e.g.* fornecimento de condições para minimizar a assimetria de informações entre eles), e na facilitação das interfaces entre *insiders* e *outsiders*, de tal modo que estejam habilitados para desempenhar o seu papel no processo de inovação de tecnologias emergentes.

Por outro lado, mesmo que a questão da representatividade seja solucionada, a tensão superada e um consenso atingido, uma CTA tem várias limitações de ordem prática, na medida em que identificar possíveis impactos não necessariamente resulta em um redesenho ajustado do processo, como Raven (2005) e Schot e Rip (1996) concluem.

Além disso, na visão de Chen (1979), uma TA e conseqüentemente uma CTA têm diferentes significados em diferentes países, que devem ser considerados quando de sua aplicação. Em países industrializados de economia de mercado, uma TA

---

[25] Michel Foucault na obra Arqueologia do Saber, de 1969 (Petrópolis : Editora Vozes, 1972) faz uma reflexão filosófica sobre as "práticas discursivas", ou seja, sobre o discurso sobre as experiências do homem. Nessa arqueologia, são os saberes do homem que interessam - as práticas discursivas não estão focadas nas práticas científicas, mas apenas nos discursos que envolvem o homem, que vêm das experiências do cotidiano do homem, bem como do modo pelo qual as instituições percebem essas práticas. Segundo Foucault (2005), as redes, as malhas que se formam nas relações entre os homens criam poderes exercidos por meio de práticas discursivas. Para Foucault (1972, 1979, 2005) o poder em-si não existe, o que existe é o exercício do poder nas relações que se travam; o poder é uma força em constante movimento. Como ninguém tem o poder, porque o poder se exerce; no momento deste exercício são produzidos saberes. Do mesmo modo, aqueles que detêm os saberes, poderão vir a exercer o poder – "saberes engendram poderes e poderes engendram saberes".

consiste em estudos que subsidiam políticas para avaliar os “efeitos colaterais” de uma tecnologia; em países de economia centralizada, uma TA é considerada um instrumento para a gestão social da tecnologia; enquanto que em países em desenvolvimento, uma TA ajuda a selecionar tecnologias apropriadas para o desenvolvimento[26].

Outra abordagem para subsidiar a concepção e avaliação de políticas públicas, referenciada na literatura sobre inovação é o PROTEE - PROcédures dans les Transports d’Evaluation et de suivi des innovations considérées comme des Expérimentations collectives, desenvolvida por Latour (2000). A idéia chave do PROTEE é a exploração de mundos possíveis e não avaliar a viabilidade técnica, ou econômica, ou a aceitabilidade política de um determinado projeto. Assim, no contexto do PROTEE, não é necessário conhecimento *a priori* por parte dos inovadores, avaliadores, especialistas e responsáveis por políticas públicas. O PROTEE é fundado no compromisso com a aprendizagem advinda do experimento coletivo, entre inovadores e avaliadores (Latour, 2000; Raven, 2005; Hommels, Peter e Bjiker, 2007).

Segundo Hommels *e outros* (2007) a maioria das análises que empregam a SNM e o PROTEE é realizada *ex post*, apesar de essas abordagens serem apresentadas como de monitoramento em tempo real.

Resumindo, as principais características de uma avaliação tecnológica - TA (incluindo a CTA) são: a antecipação dos desdobramentos futuros de uma inovação em relação ao mercado e à sociedade e os *feedbacks* dessa antecipação para as arenas de decisão relevantes.

Os estudos no âmbito das abordagens sociotécnicas além de se deterem apenas nos elementos e suas relações como identidades singulares, ou seja, apreciam o sistema como sendo resultante de um somatório das partes e não como um todo

---

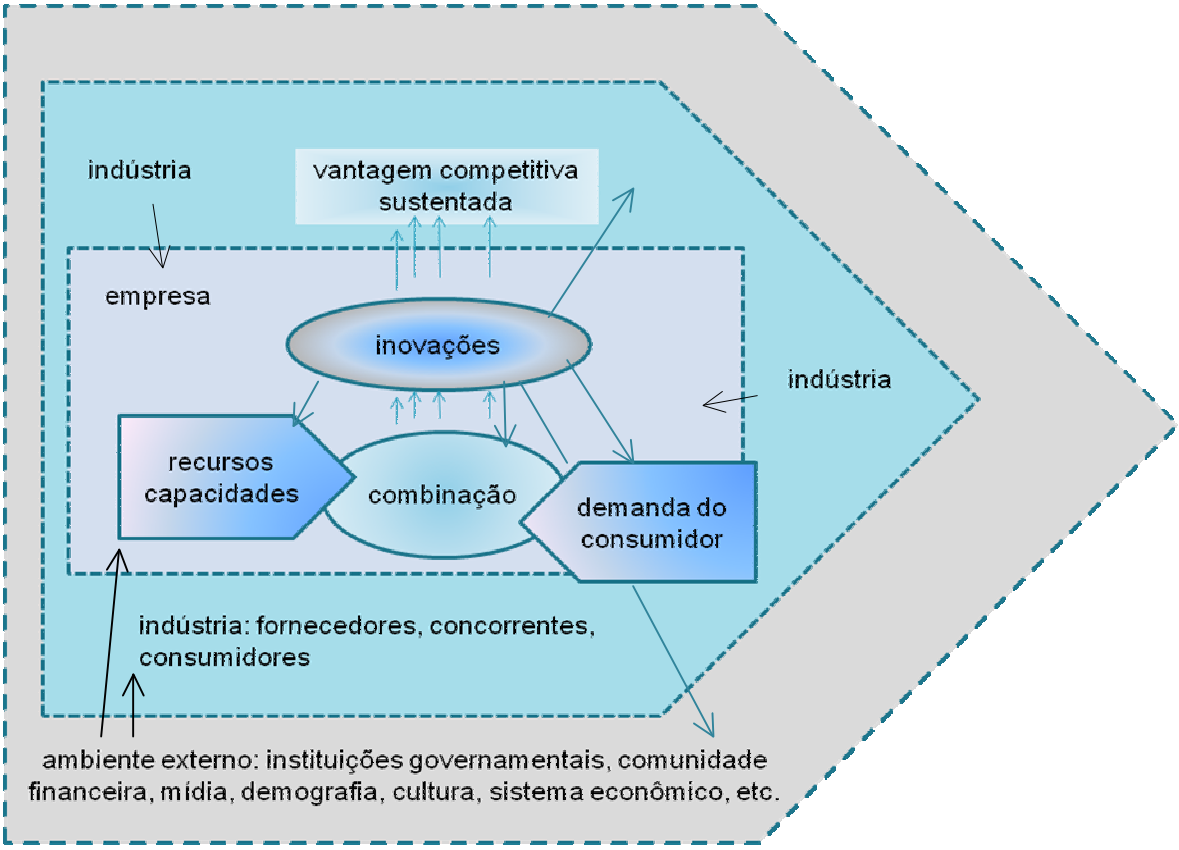
[26] Vale lembrar como exemplo, as “plataformas tecnológicas”, conduzidas no Brasil, no âmbito do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e suas agências.

gestáltico, consideram a inovação radical em si como causa de uma transformação social.

Os estudos que tratam da “inovação social”, baseados na idéia de tecnologia apropriada (*e.g.*, Clarke, 1976; Dickson, 1974; Herrera, 1981; Schumacher, 1973; Willoughby, 1990) também têm a análise limitada aos elementos individualmente e a suas relações.

A Figura 2 seguinte sintetiza as dimensões consideradas de forma isolada e/ou como um somatório, nas abordagens utilizadas pela literatura sobre inovação para examinar os processos de inovação.

Figura 2 - Abordagens para análise dos processos de inovação, conforme literatura



Pode ser constatado que todas as abordagens para a análise dos processos de inovação consideram a inovação do ponto de vista de sua dinâmica interna, pelo lado da oferta ou “orientadas para inovação”, na medida em que analisam as características, os determinantes, os resultados de tais processos, como

conseqüência de uma decisão estratégica de uma organização[27], e assim, como causa ou fator determinante da mudança do padrão vigente.

Se a inovação é tratada pela literatura sobre inovação fundamentalmente pela dimensão econômica, ou seja, como fonte de vantagem competitiva sustentável para a empresa inovadora, a inovação somente pode ser resultado de uma decisão estratégica de uma organização, e nesse sentido, é estudada no contexto de uma "orientação para inovação".

Mesmo as abordagens sistêmicas têm a unidade organizacional que desenvolve a inovação como o agente que determina uma inovação "bem-sucedida".

Esse tratamento dado à inovação tendo a organização inovadora como o agente determinante do processo parece ser muito mais adequado ao exame de uma inovação incremental do que àquele de um processo de inovação radical, uma vez que esta última é essencialmente sistêmica gestáltica. Mesmo os estudos específicos sobre a inovação radical, conforme observado na seção 2.5 a seguir, discutem a inovação radical fundamentalmente por sua dinâmica interna e como causa da transformação do paradigma vigente. Todavia, tal tratamento não permite compreensão plena da natureza sistêmica gestáltica de uma inovação radical, uma vez que não identifica o fator que mantém um sistema coeso como estrutura social, conforme será discutido no Capítulo 5, seção 5.1.

---

[27] Conforme pôde ser verificado, a literatura sobre marketing também trata a inovação do ponto de vista da lógica interna da empresa, como não poderia deixar de ser, na medida em que a estratégia de marketing é a parte visível da estratégia empresarial, isto é, reflete a proposta de valor (do ponto de vista da demanda do consumidor) de uma empresa.

2.3 INOVAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Os processos de inovação característicos das empresas localizadas em países em desenvolvimento são, de modo geral, decorrentes da aquisição de tecnologias de empresas de países desenvolvidos e/ou de engenharia reversa, especialmente no setor industrial, de acordo com os estudos presentes na literatura sobre inovação.

Além disso, as análises dos processos de inovação em empresas de países em desenvolvimento apresentadas em tal literatura têm como referência os pressupostos, critérios, parâmetros e indicadores definidos pelos países desenvolvidos.

Godin (2002a, 2004, 2004b, 2005, 2008d) aponta que a Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE) estabelece bases comparativas entre diferentes países[28], tendo como padrão o país de melhor desempenho – os Estados Unidos. No entanto, o déficit (*gap*) observado remonta aos anos 1950, e é institucional e cultural, por conta de uma "disputa" entre Europa e Estados Unidos e não tecnológico - este é apenas um efeito.

Os estudos dedicados aos processos de inovação em empresas de países em desenvolvimento, apresentados no âmbito da literatura sobre inovação têm em sua quase totalidade como arcabouço teórico, as idéias de Sanjaya Lall, Martin Bell e Keith Pavitt.

Os estudos que examinam a inovação do ponto de vista da empresa de países em desenvolvimento relacionam o grau de inovação ao déficit na acumulação de capacidades tecnológicas, geralmente associadas aos esforços de P&D, tendo como base de referência os países desenvolvidos. Adicionalmente, não consideraram especificidades, políticas nacionais, e questões relativas à soberania entre os diferentes países.

---

[28] Cabe observar os diversos estudos de Godin, que apontam a influência do pensamento de Pavitt, Freeman e Lundvall, na OCDE, bem como a influência desta instituição no estabelecimento de conceitos e de indicadores de inovação e de desenvolvimento tecnológico, com base nos quais estabelece comparações entre os diferentes países, tendo como referência, como já mencionado, critérios e padrões do "mundo desenvolvido".

Nesse contexto, inicialmente as empresas de países em desenvolvimento não dispõem de capacidades tecnológicas básicas e necessitam construir e acumular tais capacidades, para que não sejam excluídas da arena competitiva em que atuam, e se aproximem da fronteira tecnológica internacional. Tais processos de acumulação de capacidade tecnológica de empresas de países em desenvolvimento tendem a inverter a ordem da série típica de empresas de países desenvolvidos – "inovação-investimento-produção" para "produção-investimento-inovação" (Figueiredo, 2004).

A construção e a acumulação de capacidades tecnológicas são resultantes de processos de aprendizagem, partindo de estágios simples até alcançar os de complexidade bastante superior (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1993).

Nos estudos empíricos referenciados pela literatura sobre inovação que apresentam modelos analíticos para avaliar capacidades tecnológicas de empresas situadas em países em desenvolvimento, aprendizagem é entendida como os vários processos pelos quais habilidades técnicas adicionais e conhecimento são adquiridos por indivíduos e, por meio deles, pela organização.

No âmbito de tais estudos, capacidade tecnológica é definida, com base em Bell e Pavitt (1993), como o conjunto dos recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas, expressos por habilidades, experiência e conhecimento técnico, formal e informal, armazenados não apenas nas mentes dos profissionais que trabalham em uma organização, mas também, no sistema organizacional das empresas e na estrutura institucional de um país ou região. Assim, uma empresa desenvolve atividades inovadoras de qualquer natureza por meio de suas capacidades tecnológicas.

Esses estudos destacam a importância dos processos subjacentes de aprendizagem e dos conhecimentos tácito e migratório para aprendizagem e construção de capacidade tecnológicas; e reconhecem o processo de gestão do conhecimento como parte integrante do processo de construção de capacidades tecnológicas.

Ressaltam ainda, a necessidade de incluir na análise dos processos de inovação, a dimensão organizacional e mercadológica, além da dimensão tecnológica, em um sistema integrado. Incluem também aspectos relacionados à liderança e à capacidade empreendedora e ao papel das políticas governamentais. Nesse sentido, apontam a importância de competências em outras funções além da tecnológica (*e.g.,* produção, marketing e finanças) para a consolidação da capacidade tecnológica, bem como a importância do relacionamento com outras empresas e instituições.

Apesar de reconhecerem o caráter de unicidade dos processos de aprendizagem tecnológica e de construção de capacidades tecnológicas, isto é, de reconhecem que cada empresa tem conhecimento e aprendizagem próprios, tais estudos não consideram as especificidades e necessidades de cada país onde essas empresas atuam, e portanto, têm como fio condutor, as prioridades e fronteiras tecnológicas definidas de acordo com os países desenvolvidos, como já indicado.

Assim, os processos de inovação característicos de países em desenvolvimento, conforme descritos pela literatura sobre inovação vêm de certa forma, ao encontro da reflexão crítica de Rosenberg (1976) sobre o estudo de Schumpeter, no que concerne à importância das melhorias incrementais para uma inovação "bem-sucedida", apesar do estudo de Rosenberg não ter como tema a inovação em países em desenvolvimento, mas que merece ser observado, por introduzir dimensões analíticas semelhantes aos estudos sobre inovação nesses países, presentes em tal literatura.

Rosenberg (1976) destaca a importância dos processos incrementais, do "capital humano" e da acumulação de conhecimento, quando sugere que o processo de inovação pede continuidade do mesmo modo que descontinuidades, na medida em que uma inovação tecnológica quase nunca envolve uma total rejeição de práticas anteriores, mas uma rejeição seletiva[29].

---

[29] Rosenberg (1976) sugere que a tendência de não serem consideradas as melhorias incrementais na análise do processo de mudança tecnológica é uma herança schumpeteriana, que teria moldado a maneira de pensar de muitos teóricos. A análise teórica de Schumpeter se aplica somente a grandes mudanças de impacto, que envolvem uma nova função de produção. Além disso, para Rosenberg (1976), a teoria de Schumpeter sobre os determinantes de uma inovação desconsidera as necessidades de subseqüente

Para Rosenberg (1976) crescimento econômico é, em muitos aspectos, um processo de aprendizagem, um processo por meio do qual o “fator humano” adquire novas habilidades, aptidões, capacidades e aspirações, modificando o nível de sua qualidade, ou seja, constitui-se em mecanismos de *feedback,* essenciais ao crescimento econômico.

O Quadro 1 apresentado a seguir resume os modelos analíticos propostos para examinar a inovação especificamente nos países em desenvolvimento, segundo a literatura sobre inovação.

Os modelos analíticos da inovação em países em desenvolvimento apresentados consideram como premissa, que estes países apresentam déficits nas capacidades tecnológicas. Além disso, tem como pressuposto que os países em desenvolvimento invertem a direção da trajetória tecnológica – de estágio maduro (duplicação imitativa) para estágio intermediário (imitação criativa) e para estágio emergente (inovação). Todos os modelos consideram a empresa como determinante da inovação, apesar de o modelo de Baetas (2004) e Baetas, Bomtempo e Quental (2004) ampliar o escopo da análise, ao estabelecer um modelo integrado.

Assim, as empresas de países em desenvolvimento estariam sempre buscando o emparelhamento, na medida em que têm a aprendizagem e a construção de capacidades tecnológicas como condição para desenvolvimento de uma inovação bem-sucedida, tendo como referência os países desenvolvidos, como reiterado.

---

imitação/difusão, na medida em que toma a invenção como um fator exógeno ao processo. Segundo Rosenberg (1976), do ponto de vista econômico, a inovação não é um único ato bem definido, mas uma série de atos ligados ao processo inventivo; a inovação adquire significado econômico apenas mediante extensivo processo de remodelagem, de modificação e de um conjunto de pequenas melhorias que a habilita para o mercado de massa e, eventualmente, para uma nova gama de atividades complementares.

Quadro 1 - Comparação entre modelos analíticos da inovação em países em desenvolvimento, conforme literatura

autor	objetivo	premissas/hipóteses	modelo analítico	conclusões
Lall (1992)	avaliar natureza da atividade tecnológica e das intervenções governamentais para o fortalecimento tecnológico	presença de déficit na acumulação de capacidades tecnológicas distribuição desigual do conhecimento entre empresas importância da aprendizagem importância do conhecimento tácito e migratório importância da tradução do conhecimento individual em organizacional	avalia capacidades na empresa: de tomada de decisão de investimentos; de produção; de relacionamento com outras instituições, por uma matriz: colunas – funções técnicas e atividades (rotina, adaptativa, inovadora) e linhas – grau de complexidade (básico – já experimentadas; intermediário – seleção de alternativas, duplicação; avançado – inovações com base em habilidades de pesquisa); sistema nacional de inovação: interação entre capacidades, incentivos, mercado de fatores e instituições	capacidade tecnológica não é o somatório das capacidades no nível da empresas, mas resultante de interação entre capacidades, incentivos e instituições ressalta importância das políticas governamentais na promoção da inovação importância de outras funções além da tecnológica importância das relações inter-institucionais
Bell e Pavitt (1993)	compreender o processo de acumulação tecnológica em países desenvolvidos e em desenvolvimento	presença de déficit na acumulação de capacidades tecnológicas importância do conhecimento tácito e migratório importância da tradução do conhecimento individual em conhecimento organizacional	dois estoques de recursos: capacidade tecnológica (administrar mudanças na tecnologia utilizada) e capacidade de produção (produzir a uma dada tecnologia) matriz: colunas - padrão de inovação linhas - categoria de empresa	diferenças no padrão de acumulação e nas trajetórias tecnológicas resultado do balanço de forças competitivas de mercado e da competência na acumulação tecnológica destaca ineficiência das políticas governamentais, decorrente da pulverização de recursos e do direcionamento dos recursos mais para instituições de infra-estrutura de pesquisa do que para empresas. importância de outras funções além da tecnológica importância das relações inter-institucionais

Quadro 1 - Comparação entre modelos analíticos da inovação em países em desenvolvimento, conforme literatura (cont.)

autor	**objetivo**	**premissas/hipóteses**	**modelo analítico**	**conclusões**
Kim (1998)	avaliar o processo de aprendizagem e de construção de capacidades tecnológicas na empresa	presença de déficit na acumulação de capacidades tecnológicas importância do conhecimento tácito e migratório importância da tradução do conhecimento individual em conhecimento organizacional	empresas de países em desenvolvimento invertem a direção da trajetória tecnológica – de estágio maduro (duplicação imitativa) para estágio intermediário (imitação criativa) e para estágio emergente (inovação) capacidade de absorção é determinante da aprendizagem e constituída pela base de conhecimento existente e da intensidade do esforço para internalizar novo conhecimento e para solucionar problemas	construção de crises de forma pró-ativa como mecanismo para mudar a orientação da aprendizagem, aumentar a intensidade do esforço individual e organizacional, e imputar autoconfiança na capacidade de transformar crise em oportunidade importância de outras funções além da tecnológica importância das políticas governamentais para a construção de capacidades tecnológicas (*e.g.,* incentivo a exportações e valorização de recursos nacionais) importância das relações inter-institucionais
Dutrénit (2000, 2004)	avaliar processo de construção de capacidades tecnológicas em empresas competindo próximo da fronteira tecnológica internacional avaliar o processo de gestão do conhecimento como parte integrante do primeiro processo	empresas em transição - já acumularam conhecimento e construíram base de conhecimento mínima (para reduzir custos, melhorar qualidade, atualizar equipamentos, e emparelhar com concorrentes) que as colocam próximas da fronteira tecnológica internacional, mas ainda não construíram capacidades estratégicas (as que distinguem a empresa de seus concorrentes)	dimensões tecnológicas e organizacionais classificação do processo de construção de capacidades tecnológicas em diferentes estágios e graus de complexidade: três estágios de construção de capacidades em função do nível de acumulação (básico, intermediário e avançado) e do uso de tais capacidades (de forma a distinguir ou não a empresa dos concorrentes)	a construção de capacidades tecnológicas se constitui em um processo de aprendizagem, cumulativo e dinâmico, e é condição para que as empresas possam progressivamente empreender novas atividades e adquirir novas capacidades. importância de outras dimensões além da tecnológica para a construção de capacidades tecnológicas gestão do conhecimento é determinante nos processos de aprendizagem e de construção de capacidades tecnológicas

Quadro 1 - Comparação entre modelos analíticos da inovação em países em desenvolvimento, conforme literatura (cont.)

autor	objetivo	premissas/hipóteses	modelo analítico	conclusões
Figueiredo (2004, 2003b, 2003a,2002, 2001)	avaliar o processo de aprendizagem e as trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas intra e entre empresas avaliar o desempenho competitivo avaliar desempenho operacional	desempenho competitivo é função do comprometimento com a aprendizagem e com a acumulação de capacidades tecnológicas desempenho operacional é função da acumulação de capacidades importância da dimensão organizacional	dois estoques de recursos: capacidade tecnológica (administrar mudanças na tecnologia utilizada) e capacidade de produção (produzir a uma dada tecnologia) matriz de acumulação de capacidade tecnológica estruturada no modelo de hierarquia de níveis de capacidade tecnológica (linhas) e de discriminação de capacidade tecnológica por funções, conforme desenvolvido por Bell e Pavitt e Lall (colunas) matriz de aprendizagem, onde linhas representam os processos de aprendizagem – aquisição e conversão do conhecimento; e colunas, as principais características e mecanismos de tais processos – variedade, intensidade e funcionamento.	o gerenciamento dos processos e mecanismos de aprendizagem internos a uma empresa influencia de forma significativa, as diferenças na acumulação de capacidade tecnológica entre empresas, e por sua vez, no desempenho operacional e no desempenho competitivo. importância de outras funções, além da tecnológica
Baetas (2004) Baetas, Bomtempo e Quental (2004)	alinhamento das estratégias de inovação à estratégia geral da empresa, no âmbito de "indústrias baseadas em ciência"	adaptação contínua da empresa de modo a garantir inovação no longo prazo interação conhecimento tácito-codificado inversão da dinâmica de inovação de Utterback e Abernathy: da fase específica para fase transitória, para fase fluida regime tecnológico é determinante para inovação	integração de: VBR, VBM, ambiente tecnológico e papel do governo; 5 pilares: regime tecnológico, estrutura mercadológica, processo organizacional, conhecimentos e recursos disponíveis, e papel do governo	desenvolvimento de capacitação tecnológica e inovadora se constitui em um processo de aprendizagem processo organizacional oferece condições capacitadoras para a organização aprender e inovar importância de outras dimensões além da tecnológica para a construção de capacidades tecnológicas

Fonte: elaboração própria com base nos estudos referenciados

Em suma, a análise do Quadro 1 permite inferir que as empresas de países em desenvolvimento não dispõem de condições para desenvolver um processo de inovação radical. Contudo, como está sugerido no Capítulo 5, seção 5.1, a seguir, um processo de inovação radical não tem apenas a empresa como agente determinante, e desse modo, outras condições determinam uma inovação radical, conforme conceituada neste estudo.

2.4 INOVAÇÃO RADICAL

Inovação radical-inovação incremental, inovação descontínua-inovação contínua, inovação de ruptura ("disruptiva")-inovação adaptativa, inovação revolucionária-inovação evolucionária, *breakthrough*-imitativa são apenas as díades mais comumente usadas para denominar e discriminar inovações - quase sempre referidas a processos desenvolvidos nos setores industrial e agropecuário e quase nunca àqueles que ocorrem no setor de serviços, e na maioria das vezes referidas a países desenvolvidos. Além disso, freqüentemente conceituadas no que concerne a diferentes dimensões econômicas[30] - tecnologia, mercado, custo. Raramente, são relacionadas a dimensões sociológicas[31], *i.e.*, tanto àquelas visando resultados sociais (*e.g.,* desenvolvimento, proteção ao meio ambiente, promoção da igualdade social, soberania nacional) quanto àquelas inovações fundamentadas em valores sociais tácitos, ideológicos, os quais são raramente explicitados, e quando explicitados não são avaliados na sua significação (*e.g.*, competitividade, desenvolvimento, soberania nacional).

A proeminência da dimensão econômica observada na revisão de literatura pode ser advinda da influência de Schumpeter, referenciado como o fundador dos estudos sobre o tema inovação (*e.g.,* Antunes, 2006; Freeman, 2003). Yagi (2007), em estudo que investiga o papel da invenção e da inovação no conceito de evolução social de

---

[30] Mesmo o conceito de mudança de paradigma tecnoeconômico, desenvolvido por Freemam (1987) quando cita a máquina a vapor, a energia elétrica ou a TI (tecnologia da informação), como exemplos de inovações radicais está bastante associado ao impacto no comportamento da economia como um todo.

[31] Neste estudo, o termo sociológico se refere às inter-relações presentes em todas as áreas do convívio humano — desde as relações na família até a organização das grandes empresas, o papel da política na sociedade ou o comportamento religioso e as inter-relações entre nações. O sociológico explica a realidade social por diferentes caminhos simultâneos, inclusive aqueles revelados não pelo sentido manifesto, conforme será abordado no item 6.2, adiante

Schumpeter, mostra que este último autor considera a inovação como um fator endógeno ao desenvolvimento econômico. Por outro lado, como já mencionado, Schumpeter trata de inovações (radicais?), que modificam uma estrutura competitiva vigente, mediante processos de "destruição criativa".

A influência[32] do pensamento de Schumpeter[33] nos estudos sobre inovação pode ser resumida ao conceito de inovação como fonte de vantagem competitiva e como condição de evolução de uma indústria. Como referido anteriormente, Schumpeter distingue invenção de inovação, definindo inovação como invenção comercializada e destaca o papel da inovação na evolução das sociedades capitalistas, especialmente o agrupamento (*cluster*) de inovações e o crescimento explosivo de novas empresas e indústrias com base nesses *clusters*, que levam a uma sucessão de revoluções na indústria (*business cycles*) (Godin, 2008; Freeman, 2003, Schumpeter, 1976).

Cabe mencionar o estudo de Godin (2008), o qual observa que a contribuição de Schumpeter ao estudo da inovação se deu muito mais no destaque do papel da inovação no desenvolvimento econômico, do que na análise das características e determinantes dos processos de inovação. Estes últimos foram inicialmente estudados por William Rupert Maclaurin (1907-1959), que desenvolveu as idéias de Schumpeter, tendo como premissa o papel da ciência como determinante do processo de mudança.

Maclaurin propôs uma teoria para a inovação – o modelo linear da inovação; contribuiu para a popularização da expressão "mudança tecnológica", no sentido atualmente empregado, ao analisar os fatores responsáveis pelo grau de desenvolvimento tecnológico na indústria e as condições que favorecem o progresso tecnológico; e propôs um dos primeiros conjuntos de indicadores para medir o "grau de inovação" de uma empresa/indústria/país.

A definição de inovação segundo Maclaurin é a seguinte: "quando uma invenção é introduzida comercialmente como um produto ou processo novo ou melhorado, ela se

---

[32] Manifestada pela concordância ou discordância em relação ao pensamento de Schumpeter
[33] Schumpeter, por sua vez, foi influenciado pelo pensamento de Gustav von Schmoller (1838 – 1917) e de Karl Marx (1818-1883) (Freeman, 2003).

torna uma inovação" (MACLAURIN, 1953, p.105). Da mesma forma, o autor conceitua progresso tecnológico: "progresso é definido aqui como a introdução de importantes produtos ou processos novos ou melhorados" (MACLAURIN, 1954, p. 178). Nesse sentido, o autor destaca o caráter processual e dinâmico da inovação.

Maclaurin (1953) visando medir o grau de avanço tecnológico em diferentes indústrias, estudou os determinantes do investimento em economias avançadas, pela análise do processo de inovação, com base nos seguintes fatores: "1. propensão para desenvolver ciência pura; 2. propensão para inventar; 3. propensão para inovar; 4. propensão para financiar a inovação; 5. propensão para aceitar a inovação." (p.95).

Para Maclaurin (1949), o processo de avanço tecnológico pode ser descrito ao longo das etapas sucessivas: pesquisa pura, pesquisa aplicada, invenção e inovação, mediante análise dos seguintes aspectos: tipos de ambientes, formas de organização e tipos de pessoas que são os mais eficientes para alcançar resultados em cada uma dessas etapas; melhores meios de assegurar coordenação entre esses sucessivos estágios; possibilidade de integração dos diversos estágios diante da divisão do trabalho como regra geral; efetividade de uma equipe de pesquisa operacional para promover o desenvolvimento tecnológico em tempos de paz, quando comparada aos tempos de guerra; funcionamento do sistema de patentes; e flutuações no negócio em função do fluxo desigual de inovações.

Maclaurin (1949) examina a inovação na indústria do rádio, onde segundo o autor, cientistas e engenheiros determinaram a trajetória da inovação, na medida em que os avanços na Física[34] e suas aplicações no estudo da eletricidade[35] deram origem à invenção do rádio, bem como determinaram mudanças radicais no produto e suas aplicações[36], a cada dez anos, em média.

---

[34] Teoria do campo magnético de James C. Maxwell (conforme citado por Maclaurin, 1949) e de Nikola Tesla.

[35] Comunicação sem fio, dínamo, motor elétrico, lâmpada elétrica, telégrafo, telefone, a partir de estudos e experimentos sobre ondas eletromagnéticas, que permitiram a invenção do rádio por Guglielmo Marconi (conforme citado por Maclaurin,1949), atribuída também ao brasileiro Landell de Moura, mas que foi simultaneamente "inventado" por Nikola Tesla.

[36] Serviços *ship-to-shore*, telefonia sem fio, comunicação via ondas curtas, redes de rádio e televisão para entretenimento, rádios portáteis, FM, televisão.

Diante da rápida obsolescência de produtos e processos, Maclaurin considera importante analisar a dinâmica do avanço tecnológico (ou inovação) em diferentes indústrias e questiona[37]:

> Os principais avanços ocorrendo na ciência estão servindo de base à indústria? A arte da engenharia está emparelhada e contribuindo para esses avanços? A organização econômica da indústria é conducente à inovação? Há capital livremente disponível para novos desenvolvimentos radicais? Os empreendedores possuem as habilidades/capacidades requisitórias para a inovação bem-sucedida? (MACLAURIN, 1950, p.91)

Em suma, é possível constatar que tanto Schumpeter quanto Maclaurin, os "fundadores" dos estudos sobre inovação tratam de inovações que alteram um paradigma vigente, e nesse sentido, discutem a inovação radical.

Nos estudos específicos sobre inovação radical, *i.e.*, aqueles identificados na literatura sobre inovação pelo termo "inovação radical" e sinônimos, no título e nas palavras-chave, apontam diferentes conceituações[38] e diversos determinantes de uma inovação radical, mostrando uma variedade de visões sobre uma inovação radical, de acordo com seus autores e seus países de origem.

Tais estudos distinguem uma inovação radical de uma inovação incremental, em relação à trajetória, ao grau de incerteza, risco e retorno potencial no longo prazo; aos recursos humanos e financeiros, à base de conhecimento, aos desafios gerenciais e mercadológicos enfrentados pelas empresas, impacto na estrutura da indústria, entre outras perspectivas, que apresentam maior complexidade quando se tratam de inovações radicais, conforme sumariado no Quadro 2, apresentado a seguir.

---

[37] Para Maclaurin (1954), a análise econômica tradicional se concentrava em decisões empresariais em termos de custo e preço dos produtos existentes e não reconhecia o impacto da ciência e da engenharia nessas decisões, e nesse sentido, ressaltava mais questões táticas, negligenciando a estratégia global da empresa, especialmente em "indústrias baseadas em ciência".

[38] Bers e Dismukes (2005), relatam que um pesquisador do tema inovação, em um trabalho apresentado no primeiro *International Workshop on Accelerated Radical Innovation*, em Charleston, em 2004, identificou cento e cinqüenta definições diferentes de inovação radical.

Quadro 2 – Inovação radical *vs.* inovação incremental - diferenças tradicionalmente descritas na literatura sobre inovação

Inovação Radical	Inovação Incremental
• trajetória descontínua; • alto grau de incerteza – tecnológico, mercadológico, organizacional, de recursos; • investiga tecnologias novas; • foco em produtos, processos e serviços com características de desempenho sem precedentes; • cria mudança drástica que transforma mercados ou indústrias existentes ou cria novos mercados ou indústrias; • projeto de longo prazo – mais de 10 anos; • requer a existência de capacidades tecnológicas superiores, baseadas na aprendizagem; • decorrente de atividades formais de P&D.	• trajetória contínua; • baixo grau de incerteza – tecnológico, mercadológico, organizacional, de recursos; • utiliza tecnologias existentes; • foco em custo ou melhoria nas características de produtos, processos e serviços já existentes; • melhora a posição competitiva da organização no âmbito de mercados ou indústrias em que já atua; • projeto de curto prazo – até 2 anos; • prescinde da existência de capacidades tecnológicas superiores, baseadas na aprendizagem; • decorrente de atividades de diferentes unidades organizacionais, com ou sem envolvimento de P&D.

Fonte: elaboração própria, com base na leitura dos estudos presentes na literatura sobre inovação.

Os conceitos e determinantes de processos de inovação radical, apresentados nos estudos que tratam especificamente de inovação radical, encontram-se sumariados no Quadro 3 – Estudos especificamente dedicados à inovação radical, conforme literatura sobre inovação, incluído a seguir.

Adicionalmente, conforme a literatura sobre inovação, os processos de inovação radical apresentam maior dificuldade de gestão em virtude do maior grau de risco e incerteza, quando comparados aos processos de inovação incremental, estes últimos tidos como decorrentes do “desenvolvimento ou refinamento de tecnologias já existentes” (HOMMELS; PETER; BJIKER, 2007, p.1089). Assim, algumas abordagens foram desenvolvidas especificamente para o gerenciamento e monitoramento de processos de inovações radicais, visando à concepção, o acompanhamento e a avaliação de políticas governamentais. Dentre tais metodologias, encontram-se aquelas citadas, na seção 2.2.6 anterior : SNM (Strategic Niche Management), CTA (Constructive Technology Assessment e PROTEE (PROcédures dans les Transports d’Evaluation et de suivi des innovations considérées comme des Expérimentations collectives).

Quadro 3 – Estudos especificamente dedicados à inovação radical, conforme literatura sobre inovação

conceito de inovação radical	**determinante da inovação radical**
produtos com desempenho novo para empresa e mercado países referidos nos estudos: EUA, Reino Unido, Índia, Holanda, Austrália, Nova Zelândia	Bala Subrahmanya (2005): avanços no conhecimento/tecnologia Chandy, Prahbu, Antia (2003): temor da obsolescência dos produtos existentes pelas empresas em posição dominante em um mercado.. Hang e Chen (2008): busca por tecnologias de ruptura Hoegl e Parboteeah (2007): criatividade da mão-de-obra Leifer e outros (2000): estratégia da empresa McDermott e O'Connor (2002): competência gerencial, escopo do mercado, competências individuais. Merlyn e Välikangas (2002): tratamento diferenciado à inovação radical no planejamento estratégico Nijssen, Hillebrand, Vermeulen (2005): propensão para canibalizar produtos existentes Song e Benedetto (2008): envolvimento de fornecedores Stringer (2000): inovação radical como prioridade estratégica
potencial de criação de descontinuidade no mercado, na tecnologia e na organização países referidos nos estudos: Canadá, Alemanha, Reino Unido, França	Castiaux (2007): exploração de conhecimento novo via iniciativas criativas e flexíveis Ehrnberg (1995): competências para projetar e produzir o produto; mudanças físicas no produto; mudanças de preço/desempenho Garcia e Calantone (2002): nova tecnologia que causa descontinuidades simultâneas de marketing e de tecnologia, na empresa e no mercado Herrmann e outros (2006, 2007): criação de conhecimento novo e de novas competências, canibalizando investimentos existentes Kostoff (2006) : acesso a conhecimento trazido por disciplinas, áreas de conhecimento e tecnologias desconectadas ou disparatadas em relação ao objeto da inovação Lettl (2007): *lead-users* tecnológicos
decorrente de processo de aprendizagem país referido no estudo: Canadá	Amara e outros (2004): propensão ao risco para reduzir déficits de conhecimento
demanda do consumidor não identificada países referidos nos estudos: Finlândia, Europa	Sandberg (2007): pró-atividade Vuola e Hameri (2006): estratégia empresarial
novidade, unicidade, impacto em tecnologias futuras país referido no estudo: EUA	Dahlin e Behrens (2005): tecnologia e empresa
conseqüente e decorrente de mudança nos regimes tecnológicos países referidos nos estudos: Holanda, Alemanha, Estados Unidos, Noruega	Godoe (2006): processos racionais resultantes de regimes de inovação de empresas e governo Popadiuk e Choo (2006): demanda; estrutura organizacional e institucional Van de Poel (2003): consumidores, fornecedores

Quadro 3 – Estudos especificamente dedicados à inovação radical, conforme literatura sobre inovação – cont.

conceito de inovação radical	determinante da inovação radical
novidade para empresa ou indústria; gestão complexa; processo desestruturado; desencadeada por empresas novas no mercado país referido no estudo: Reino Unido	McLaughlin, Bessant, Smart (2005): propensão ao risco
alto grau de novidade: princípio tecnológico totalmente novo que permite um salto no desempenho; satisfação de novas necessidades; deslocamento de produtos existentes; criação de novos mercados; redefinição de indústrias e alteração de cadeias de valor existentes; alto grau de risco e incerteza país referido no estudo: Alemanha	Salomo, Gemünden, Leifer (2007): constituição de capacidades dinâmicas Talke (2007): personalidade corporativa extremamente analítica, pró-ativa e agressiva Weber e Weber (2007): empresa e mercado
adoção de idéia ou comportamento (produto, sistema, política, programa, mecanismo, processo) novo para a organização usuária, que "energiza" produtos, serviços e processos de forma intermitente países referidos nos estudos: Austrália e Nova Zelândia	Terziovski (2002): estratégias orientadas para aumento de competitividade tecnológica
alto grau de incerteza países referidos nos estudos: EUA, Europa	Junkunc (2007): conhecimento científico altamente especializado e tácito. Linnarson e Werr (2004): flexibilidade, proteção política e extensa comunicação nas alianças efetivadas entre empresas Robeson e O´Connor (2007): sistema de gestão que incentive aprendizagem, experimentação e múltiplos caminhos para o mercado
novo conjunto de engenharias e princípios científicos que abrem novas aplicações e novos segmentos de mercado, que podem ameaçar a posição competitiva de empresas estabelecidas. países referidos nos estudos: Europa, Estados Unidos	Lichtenthaler (2006): monitoramento tecnológico
constelação de sistemas tecnológicos; influencia o comportamento de toda a economia; cria novas categorias de produtos, serviços, sistemas e indústrias, e impacta quase todas as indústrias; traz consigo muitos *clusters* de inovações; afeta a dinâmica e a estrutura de custos de insumos, e as condições de produção e distribuição no âmbito de todo o sistema, uma vez que as mudanças envolvidas estão muito além das trajetórias tecnológicas de produtos ou processos; leva a mudança estrutural profunda e é a raiz de cada fase de prosperidade da economia mundial país referido no estudo: mundo	Perez (1986, 1986a,2004, 2005): uma interdependência sinérgica entre um conjunto de indústrias com uma ou mais redes infra-estruturais e superestruturais.

Nota: No que se refere a Perez (1986, 1986a, 2004, 2005), o quadro apresenta o conceito de revolução tecnológica e não de inovação radical, conforme a taxonomia da autora.
Fonte: elaboração própria com base nos estudos referenciados.

A leitura dos estudos listados no Quadro 3 revela que não há consenso sobre o conceito de inovação radical. Todos os estudos tentam estabelecer um conceito de inovação radical que seja válido em qualquer contexto. A quase totalidade dos estudos está baseada na "ciência normal", como definida por Kuhn (2003, 2003a)[39].

Com relação aos determinantes de uma inovação radical, verifica- se no Quadro 3, que quase todos os estudos examinam um processo de inovação radical na perspectiva de sua dinâmica interna, no nível da organização. Conseqüentemente, mostram que uma inovação radical se origina em uma função ou elo da cadeia de valor de uma organização. Poucos estudos consideram a dimensão cognitiva. A dimensão econômica é a dimensão subjacente ou a perspectiva fundamental. Perez (2005) amplia o escopo analítico para dimensões sociais e políticas, ao afirmar que inovações radicais (ou “revoluções tecnológicas”) se entranham muito além de suas indústrias de origem.

Por outro lado, cabe constatar que todos os estudos específicos sobre inovação radical estão fundados na experiência dos países desenvolvidos; não foram identificados estudos que abordam processos de inovação radical em países em desenvolvimento.

Em suma, pode ser constatado que todas as abordagens para a análise dos processos de inovação radical consideram a inovação pelo lado da oferta ou “orientadas para inovação”, na medida em que analisam as características, os determinantes, os resultados de tais processos, como conseqüência de uma decisão estratégica de uma organização, e assim, como causa ou fator determinante da mudança do padrão vigente. Todavia, tal tratamento não permite compreensão plena da natureza sistêmica gestáltica de uma inovação radical, conforme conceituada nesta pesquisa, uma vez que não identifica o fator que mantém um sistema coeso como estrutura social.

---

[39] Conforme Thomas Kuhn (2003), a fase da ciência normal caracteriza-se pelo predomínio do paradigma dominante, enquanto a fase da ciência revolucionária conduz a uma ruptura com o paradigma vigente.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia empregada no desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, é apresenta a metodologia utilizada para desenvolvimento da parte teórica do estudo, *i.e.*, aquela que conduziu a concepção do modelo analítico proposto. Em seguida, é descrita a metodologia adotada na parte empírica do estudo, ou seja, aquela que norteou o desenvolvimento do estudo de caso, empregado para ilustrar a aplicação do modelo analítico concebido. Finalmente, são indicadas as limitações do estudo.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 METODOLOGIA DA PARTE TEÓRICA

A metodologia de pesquisa da parte teórica foi a pesquisa bibliográfica nas principais bases de dados acadêmicas disponíveis *online*, bem como nas principais bibliotecas especializadas no Rio de Janeiro, e em livrarias brasileiras e estrangeiras.

A pesquisa bibliográfica envolveu a revisão da literatura que trata de inovação - que como mencionado, tem como fundamento estudos teóricos e empíricos inseridos no domínio da Economia e da Administração -, especificamente em três eixos: os modelos analíticos dos processos de inovação, os estudos que tratam especificamente de processos de inovação radical, e os estudos sobre processo de inovação em empresas de países em desenvolvimento.

Foram selecionadas as reflexões teóricas de cinco autores para fundamentar o modelo analítico proposto na pesquisa, quais sejam: Ikujiro Nonaka & Hirotaka Takeuchi, Benoît Godin, Carlota Perez e René Dreifuss, que forneceram elementos e *insights* para abordar as perguntas de tese. As visões desses pensadores foram ressaltadas, na medida em que ofereceram subsídios para a compreensão do

contexto em que ocorrem as inovações radicais, no sentido kuhniano, e para identificar as principais estruturas, sistemas, elementos e a interação entre eles, que parecem inibir as empresas de países em desenvolvimento de desenvolverem inovações radicais.

A abordagem estruturalista fundamentada em valores de coesão, característica de estudos no domínio das Ciências Humanas/Sociais foi a base do desenvolvimento do modelo analítico para exame de inovações radicais proposto pela pesquisa.

O modelo analítico concebido foi testado, por meio de estudo de caso, com objetivo de validá-lo ou não, no que concerne à capacidade de fornecer elementos analíticos para compreender as condições determinantes de inovações radicais. Para tal, na parte empírica da pesquisa foi desenvolvida uma pesquisa de campo qualitativa, conforme trata a seção 3.2 seguinte.

3.2 METODOLOGIA DA PARTE EMPÍRICA

A parte empírica da pesquisa envolveu o desenvolvimento de um estudo de caso, com objetivo de ilustrar a aplicação do modelo analítico concebido, visando validá-lo ou não, em sua capacidade de examinar inovações radicais, como definida nesta pesquisa. Para tal, pretendeu avaliar como a mudança de base de matérias-primas da indústria química brasileira, de fontes fósseis para fontes renováveis, se situa em termos de potencial para inovação radical, à luz do modelo analítico concebido.

De acordo com Yin (1989),

> um estudo de caso é uma pesquisa empírica: que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, quando as fronteiras entre fenômeno e o contexto não são claramente evidentes, e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas. (p. 23).

Ainda que o ponto de partida para emprego do estudo de caso seja um quadro teórico referencial, algumas investigações se enquadram em situações nas quais

estudos de natureza predominantemente quantitativa não dão conta dos fenômenos sociais complexos que estejam envolvidos em tais situações. O estudo de caso permite apreender a multiplicidade de dimensões presentes em uma situação.

No dizer de Yin (1989), o estudo de caso permite compreender os “porquês” e os “comos” em uma pesquisa, onde é baixo o controle de uma situação, que por sua natureza esteja inserida em contextos sociais.

Bonoma (1985) aponta que o estudo de caso é adequado

> quando um fenômeno é amplo e complexo, onde o corpo de conhecimentos existente é insuficiente para permitir a proposição de questões causais e quando um fenômeno não pode ser estudado fora do contexto no qual ele naturalmente ocorre.(p. 207).

Para o autor, o objetivo do estudo de caso não é a quantificação,

> [...] mas, ao invés disto (1) descrição, (2) classificação (desenvolvimento de tipologia), (3) desenvolvimento teórico e (4) o teste limitado da teoria. Em uma palavra, o objetivo é compreensão. (BONOMA, 1985, p. 206).

Na visão de Eisenhardt (1989), o estudo de caso é comumente empregado em áreas onde há escassez de modelos teóricos compreensivos ou de suporte empírico.

Ainda de acordo com Yin (1989), um estudo de caso tem capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências, *e.g.*, documentos, artefatos, entrevistas e observações. Segundo o autor, o estudo de caso envolve as seguintes atividades: a escolha do referencial teórico sobre o qual se pretende trabalhar, a seleção dos casos e o desenvolvimento de protocolos para a coleta de dados, a condução do estudo de caso, com a coleta e análise de dados e elaboração do relatório do caso, e a análise e interpretação dos dados obtidos à luz do referencial teórico selecionado.

O estudo de caso desenvolvido para ilustrar a aplicação do modelo analítico concebido, objeto da parte empírica desta pesquisa envolveu pesquisa bibliográfica

e pesquisa de campo. A pesquisa bibliográfica teve como objetivo obter um panorama da indústria química brasileira, bem como respaldar a justificativa da escolha do caso a ser estudado, tendo como literatura principal, estudos sobre a dinâmica da indústria química, o papel da economia verde e o posicionamento da indústria química brasileira, disponíveis nas principais bases de dados acadêmicas *online* e em *sites* de associações de empresas, empresas e organizações governamentais.

A pesquisa de campo foi realizada como descrito a seguir.

3.2.1 A pesquisa de campo integrante do estudo de caso desenvolvido para ilustrara a aplicação do modelo analítico concebido

Conforme Mattar (1996), diferentes nomenclaturas têm sido adotadas para classificar pesquisas por diversos autores das diversas áreas de conhecimento, considerando o objetivo, o grau de explicitação em que o problema de pesquisa se encontra e a natureza do relacionamento entre as variáveis estudadas. De modo simplificado, as pesquisas são classificadas como pesquisas quantitativas, pesquisas qualitativas, pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas causais.

As pesquisas quantitativas têm como objetivo a enumeração ou mensuração de eventos para descrever o fenômeno que observam. Partem de hipóteses pré-concebidas, com destaque em processos dedutivos, a amostra estudada é geralmente grande e aleatória e a análise dos dados é estatística.

As pesquisas qualitativas têm como principal objetivo interpretar o fenômeno que observam. Apresentam como características, não partirem de hipóteses pré-concebidas, realçando os processos indutivos, utilizam amostra geralmente pequena e intencional, a análise de dados é interpretativa e realizada por inferência. As pesquisas qualitativas abraçam diferentes técnicas interpretativas, que buscam decodificar os componentes de um sistema complexo de significados, para traduzir e

expressar o sentido dos fenômenos do mundo social. Conforme Miles e Huberman (1994), as pesquisas qualitativas “ajudam pesquisadores a irem além de concepções iniciais e gerar ou reviver modelos concebidos” (p.1). Nesse sentido, as pesquisas qualitativas são também empregadas para testar teorias.

As pesquisas qualitativas são em geral exploratórias, ou seja, incentivam os entrevistados a pensarem livremente sobre algum tema ou conceito, proporcionando ao pesquisador a compreensão do problema em estudo. Na medida em que propiciam o surgimento de aspectos subjetivos inconscientes ou mesmo conscientes, de maneira espontânea são usadas na busca de percepções e de entendimento sobre a natureza geral de uma questão.

De acordo com Mattar (1996), os métodos de coleta de dados na pesquisa exploratória, especialmente na área de Marketing compreendem: levantamentos em fontes secundárias (bibliográficas, documentais, etc.), levantamentos de experiência, estudos de casos selecionados e observação informal (a olho nu ou mecanicamente). Nas Ciências Sociais, segundo Miles e Huberman (1994), também é realizada a pesquisa ação, na qual os pesquisadores, com ajuda local, desenham um experimento de campo, ou seja, o pesquisador estabelece ações que ajudam os sujeitos a encontrarem coletivamente soluções para problemas também identificados pela coletividade.

A pesquisa descritiva, como o nome sugere, visa descrever as características de um fenômeno, mas sem o compromisso de explicá-lo, apesar de servir de base para a explicação. Normalmente, envolve amostras grandes e representativas e tem o levantamento (*survey*), como tipo mais comum. Os métodos de coleta de dados mais freqüentes são entrevistas pessoais, entrevistas por telefone, questionários pelo correio, questionários pessoais e observação, *i.e.,* registro de comportamentos, fatos e ações relacionados com o objetivo da pesquisa, sem que haja comunicação com os pesquisados, não envolvendo questionamentos e respostas, orais ou escritas.

As pesquisas causais têm como objetivo determinar relações de causa e efeito. O método de coleta de dados mais comum é o método experimental. Como apresentado por Mattar (1996), a pesquisa causal é um tipo de pesquisa em que um pesquisador manipula e controla uma ou mais variáveis independentes e observa a variação concomitante na variável ou variáveis dependentes. A causalidade pode ser inferida quando entre duas ou mais variáveis houver variação concomitante, ordem de ocorrência correta das variáveis no tempo e quando os outros possíveis fatores causais forem eliminados.

Miles e Huberman (1994) mostram como características recorrentes das pesquisas qualitativas, os seguintes aspectos:

- são conduzidas com intenso e/ou prolongado contato com um campo ou situação real;
- o papel do pesquisador é obter uma visão “holística” (p. 6) do contexto em estudo;
- o pesquisador tenta capturar dados sobre as percepções dos atores locais “pelo lado de dentro” (p.6), mediante processo de profunda atenção, de compreensão empática e de suspensão de seus preconceitos sobre os tópicos em discussão;
- ao ler o material coletado, o pesquisador pode isolar temas e expressões a serem revisados junto aos informantes, mas que devem ser mantidos em sua forma original ao longo do estudo;
- têm com uma das principais metas, explicar como um determinado conjunto de pessoas entende, responde, age e gerencia seu cotidiano;
- são possíveis muitas interpretações do material coletado, mas algumas são mais atraentes por razões teóricas ou por razões de consistência interna;
- é usada relativamente pouca instrumentação; o pesquisador é o principal instrumento de mensuração no estudo; e
- a maior parte da análise é feita com palavras, as quais podem ser aglomeradas, dispostas em *subclusters* e quebradas em segmentos semióticos, ou seja, podem ser organizadas de modo a permitir ao pesquisador contrastar, comparar, analisar e impor padrões sobre elas.

Os dados coletados em uma pesquisa qualitativa são analisados conforme o roteiro de pesquisa concebido. A análise do discurso dos respondentes considera opiniões, comentários e frases mais relevantes proferidas pelos entrevistados, bem como explora as entrelinhas, com objetivo de compreender os sistemas simbólicos embutidos nas declarações destes (Miles e Huberman, 1994).

De acordo com Mattar (1996), os meios de levantar dados mais comumente empregados em uma pesquisa qualitativa são as entrevistas em profundidade ou as discussões em grupo. Nas discussões em grupo, as pessoas (cerca de oito pessoas) são convidadas para um debate realizado em salas especiais com gravação em áudio e vídeo e com espelho do tipo *oneway* para acompanhamento do cliente. As entrevistas em profundidade são pré-agendadas e a sua aplicação é individual, em local reservado.

Para Yin (1989), as entrevistas são uma das fontes de dados mais importantes para os estudos de caso, apesar de haver uma associação usual entre a entrevista e metodologia de *survey*. Para o autor, as entrevistas podem ser de caráter aberto-fechado, focadas, e do tipo *survey*. Naquelas de caráter aberto-fechado, o pesquisador solicita aos respondentes, a apresentação de fatos e de suas opiniões a eles relacionados; nas focadas, o respondente é entrevistado por um curto período de tempo, seguindo as questões estabelecidas no roteiro de pesquisa, podendo admitir um caráter aberto-fechado ou de conversa; e nas de tipo *survey*, as questões e respostas são mais estruturadas.

A principal vantagem do uso de um roteiro semi-estruturado é a flexibilidade. O emprego de um roteiro semi-estruturado permite que os respondentes expliquem e construam suas respostas, inclusive levando a discussões sobre temas e abordagens não consideradas previamente pelo pesquisador, mas que podem contribuir para o enriquecimento da compreensão do problema pesquisado. Além disso, questões podem ser omitidas e o seqüenciamento alterado, em função da

expertise do entrevistado. Entretanto, essa flexibilidade requer uma preparação prévia do entrevistador, o qual não deve demonstrar concordância ou discordância em relação à visão do entrevistado sobre o tema abordado, de modo a evitar a introdução de vieses na pesquisa.

As informações colhidas nas abordagens qualitativas são analisadas de acordo com o roteiro aplicado e registradas em relatório, destacando opiniões, comentários e frases mais relevantes que surgiram. Um relatório de pesquisa qualitativa "não reporta dados mas cenas" (Zeller *apud* Miles e Huberman, 1994, p. 298).

Conforme Yin (1989), os modelos mais usados na análise de dados de um estudo de caso são: o padrão combinado, que compara padrões empíricos com os padrões previstos, e quando coincidentes aumentam a validade interna do caso; a elaboração de explicações, cujo objetivo é elaborar explicações sobre os fatos do caso; a análise de séries temporais, que quanto mais apresentarem padrões precisos, maior a validade das conclusões para o estudo de caso. Além desses modelos, o autor considera importantes na análise de dados, a distinção entre notas e narrativas, de modo a evitar que a análise seja influenciada por relatos bem elaborados das entrevistas, bem como a tabulação dos eventos significativos, evitando a tabulação de categorias muito pequenas e muito numerosas, pouco importantes do caso. Yin (1989) destaca que a análise de dados é a etapa de maior complexidade de um estudo de caso, e que nenhuma das modalidades mencionadas é facilmente aplicada.

As pesquisas qualitativas, de caráter exploratório, não visam generalizar as informações coletadas. Assim, comumente envolvem um grupo pequeno de entrevistados, e não existe preocupação em projetar os seus resultados para uma população, diferentemente das pesquisas quantitativas. Estas envolvem amostras maiores de modo a garantir maior precisão dos resultados finais, que serão projetados para a população pesquisada, bem como questionários estruturados com perguntas claras e objetivas, para garantir uniformidade de entendimento dos

entrevistados e a conseqüente padronização dos resultados.

Mesmo as pesquisas quantitativas podem trabalhar com amostras menores – com amostras de conveniência. A amostra de conveniência, segundo informam Boyd, Westfall e Stasch (1977), é aquela que, como o próprio nome diz, é escolhida estritamente por critérios de conveniência. Os elementos da amostra são selecionados simplesmente porque podem ser localizados ou identificados. A amostragem por conveniência é utilizada quando não se dispõe de listagem da população pesquisada, quando há restrições de tempo e recursos, e quando não é possível utilizar outros métodos (Boyd, Westfall e Stasch, 1977). A utilização de uma amostra de conveniência pode introduzir viés em um estudo, de tal modo a impossibilitar a generalização dos resultados. Contudo, ainda que isso ocorra, o uso desse tipo de amostragem é considerada válida, quando há a escassez de estudos sobre um determinado tema, na medida em que os resultados obtidos podem servir de base a novos estudos.

Nas pesquisas qualitativas desenvolvidas por meio de entrevistas em profundidade, que utilizam roteiro de pesquisa semi-estruturado, não são possíveis generalizações estatísticas, mas apenas “generalizações analíticas”, nas palavras de Robson (2002) ou “generalizações indutivas”, no dizer de Smaling (2003).

Para Smaling (2003), a generalização estatística não deve ser a única forma de generalização, adequada em todas as situações. Além de generalização estatística, há formas alternativas de “generalização indutiva”: a generalização com base na teoria (*theory-carried*) - quando a hipótese ou teoria pode ser incluída ou elevada a uma compreensão maior (*subsumptive*) ou quando a hipótese ou teoria pode ser testada e posteriormente desenvolvida (*absumptive*). No entanto, o autor considera que mesmo essas duas formas de generalização nem sempre são aplicáveis para generalizar os resultados de um estudo de caso para outro e aponta outra modalidade de generalização - a generalização analógica como adequada para tal. Nesta modalidade, o principal objetivo é tornar plausível que resultados de pesquisa

em uma determinada situação também se mantêm em outras situações.

A generalização analógica, conforme Smaling (2003) envolve três tipos de generalização: a generalização caso a caso; a generalização comunicativa, como proposta para suprir a necessidade de resposta sobre quem decide sobre a generalização, o pesquisador ou o leitor, podendo, assim, ser denominada receptiva ou responsiva; e a generalização exemplar, onde os resultados de uma pesquisa servem de exemplo para outros, em termos de organização da pesquisa e de operacionalização da mesma.

Quanto à validação dos resultados obtidos em uma pesquisa qualitativa, o método tradicionalmente empregado para tal é a triangulação. A triangulação tem como objetivo suportar um resultado de pesquisa mostrando que métodos independentes corroboram ou pelo menos não contradizem esse resultado. De acordo com Denzin (1978), a triangulação pode ser realizada por fonte de dados da pesquisa (*e.g.*, outras pessoas, outros períodos de tempo, outros lugares), por método de pesquisa (*e.g.*, observação, entrevista documental), por pesquisador (*e.g.*, pesquisador A, B, C, etc.), e por teoria (*e.g.*, outro arcabouço teórico).

Contudo, Miles e Huberman (1994) indicam que a triangulação é muito mais uma forma de atestar confiabilidade do que de validação de resultados, na medida em que essas metodologias alternativas também contêm seus vieses, seus pontos fortes e fracos, ou seja, o processo envolvido nesses métodos alternativos continua sendo a indução analítica. Nesse sentido, muito mais complementam os resultados obtidos do que os validam.

Richardson (2005), ao invés da triangulação, defende o uso do termo cristalização, em analogia a um cristal, o qual permite

> combinar simetria e substância com uma infinita variedade de formas, substâncias, transmutações, multidimensionalidades e ângulos de aproximação. Cristais crescem, mudam, são alterados, mas não são amorfos. Cristais são prismas que refletem externalidades e as refratam através de si mesmos, criando

> diferentes cores, padrões e matizes, que brotam em diferentes direções. (RICHARDSON, 2005, p. 963)

No que concerne ao "controle da qualidade" na apresentação dos resultados de uma pesquisa qualitativa, Miles e Huberman (1994) propõem "padrões e critérios" para avaliação de qualidade, na forma de orientações, fazendo eco à posição de alguns autores (*e.g.*, Schwandt *apud* Miles e Huberman, 1994) que sustentam a impossibilidade da existência de "questões de fato" em uma pesquisa qualitativa. Tais orientações são expressas em questões, como sumariado a seguir, mediante seleção de algumas dessas questões[40]:

- "objetividade/confirmabilidade": a pesquisa conseguiu um quadro completo, incluindo informações de bastidores? os dados do estudo estão registrados e disponíveis para reanálise de outros?
- "confiabilidade/dependabilidade/auditabilidade": os dados foram coletados no âmbito de um conjunto completo de configurações, tempo, respondentes, etc., como sugerido nas questões da pesquisa? as questões da pesquisa eram claras e as características do projeto do estudo congruentes com as mesmas?
- "validade interna/credibilidade/ autenticidade": os dados apresentados estão apropriadamente ligados às categorias de teorias existentes ou emergentes? foram identificadas áreas de incerteza? foram buscadas evidências negativas, e que tratamento foi dado às mesmas?
- "validade externa/transferibilidade/adequabilidade": a apresentação dos resultados examina possíveis ameaças à generalização? os resultados são congruentes, conectados, ou confirmatórios da teoria prévia?
- "utilização/aplicação/orientação para ação": os resultados são intelectualmente e fisicamente acessíveis para usuários potenciais? os usuários dos resultados prenderam ou desenvolveram novas capacidades?

A subseção 3.2.2 seguinte apresenta o trabalho de campo realizado.

---

[40] Para detalhamento do assunto, consultar Miles e Huberman (1994), p. 277-280.

3.2.2 O trabalho de campo realizado

A pesquisa de campo desenvolvida no estudo de caso ilustrativo da aplicação do modelo analítico concebido nesta pesquisa foi a pesquisa qualitativa exploratória, uma vez que o objetivo é conhecer o potencial para inovação radical circunscrito na mudança de base de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis, bem como validar o modelo com relação a sua capacidade de fornecer elementos analíticos para examinar inovações radicais.

As entrevistas em profundidade que compuseram a pesquisa de campo, com duração de cerca de uma hora cada, foram realizadas junto a representantes da alta-gerência de organizações integrantes dos sistemas empresarial, governamental, financeiro, de ciência e tecnologia, e de mídia, entre novembro de 2010 e março de 2011.

Em cada uma das entrevistas foi seguido um roteiro semi-estruturado, ou seja, contendo questões de caráter aberto-fechado, confeccionado para cada um dos sistemas, conforme apresentado no Apêndice 2, Roteiros de Entrevistas.

O roteiro foi subdividido em quatro blocos de questões e incluiu ainda, uma última questão/bloco de âmbito geral sobre inovações radicais e países em desenvolvimento, como a seguir: dados cadastrais, conceituação de inovação, estratégia de inovação, relação da organização com organizações dos diferentes sistemas e visão sobre o posicionamento do Brasil em termos de potencial para o desenvolvimento de inovações radicais.

As questões examinadas nas entrevistas propuseram-se a entender as condições que determinam uma inovação radical, como a que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química de fósseis para renováveis. Assim, as entrevistas visaram descrever e compreender os sistemas, suas estruturas tecnológicas e suas interações intra e intersistemas, no âmbito das três dimensões

analíticas interdependentes e complementares, que compõem o modelo proposto, quais sejam: ciranda das relações, força de coesão e degraus de transmissão. Como detalhado no Capítulo 5, o modelo proposto sob uma abordagem estruturalista fundada em valores de coesão busca examinar a gênese estrutural virtual que estabelece, mantém e altera uma configuração sistêmica coesa como uma conformação dada.

O Quadro 4 incluído a seguir relaciona as questões contidas no roteiro de pesquisa, o que pretendem captar e as dimensões analíticas do modelo proposto mais beneficiadas com as questões levantadas.

Quadro 4 – Detalhamento do Roteiro de Pesquisa

sistema	**bloco/ questão**	**objetivo**	**dimensão analítica mais beneficiada**
empresarial financeiro governamental de ciência e tecnologia de mídia	**bloco A**	**identificar o perfil e posicionamento da organização em sua arena de atuação**	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
empresarial financeiro-governamental de ciência e tecnologia de mídia	**bloco B**	**verificar o conceito de inovação, inovação incremental e inovação radical concebido e praticado pela organização**	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
	bloco C	**obter informações sobre a estratégia de inovação da organização:**	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
empresarial	**C1**	**embasamento para decisão** de investimento em projetos de uso de matérias-primas renováveis para a indústria química: caracterização dos estudos e análises	força de coesão, degraus de transmissão
financeiro	**C1**	**embasamento para decisão** de investimento/financiamento em projetos de uso de matérias-primas renováveis para a indústria química: caracterização dos estudos e análises	força de coesão, degraus de transmissão
governamental	**C1**	**embasamento para concepção e operacionalização** de políticas/programas de inovação: caracterização dos estudos e análises	força de coesão, degraus de transmissão
de ciência e tecnologia	**C1**	**embasamento para decisão** de desenvolvimento de pesquisa em matérias-primas renováveis para a indústria química: caracterização dos estudos e análises	força de coesão, degraus de transmissão
de mídia	**C1**	**embasamento para escolha** de matérias sobre inovações: caracterização dos estudos e análises	força de coesão, degraus de transmissão

Quadro 4 – Detalhamento do Roteiro de Pesquisa – cont.

sistema	bloco/ questão	objetivo	dimensão analítica mais beneficiada
	C2	**caracterização da escolha** entre alternativas	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
empresarial financeiro governamental de ciência e tecnologia de mídia	C2.1	descrição do processo: níveis gerenciais envolvidos, grau de autonomia nas negociações envolvidas	ciranda das relações
	C2.2	critérios de decisão: influenciadores, decisores, executores – expresso pelas relações	força de coesão, ciranda das relações
	C2.3	facilitadores/inibidores da autonomia de decisão, como se manifesta o "poder" de indução/restrição (*e.g.*, hierarquia, autoridade/propriedade do conhecimento)	força de coesão, ciranda das relações
	C2.4	tratamento da relação inovação incremental-radical na decisão	degraus de transmissão, ciranda das relações
	C2.5	tratamento conferido a inovações fora do paradigma	degraus de transmissão, ciranda das relações
	C3	**implementação** da estratégia	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
	C3.1	características do processo e negociações envolvidas	força de coesão, degraus de transmissão
	C3.2	financiamento da implementação: origem dos recursos financeiros, critérios de escolha das fontes, negociações envolvidas	ciranda das relações, força de coesão
	C4	**avaliação e controle do processo estratégico**: caracterização do processo, critérios e forma de escolha de indicadores, negociações envolvidas	força de coesão, degraus de transmissão

Quadro 4 – Detalhamento do Roteiro de Pesquisa – cont.

sistema	bloco/ questão	objetivo	dimensão analítica mais beneficiada
	bloco D	**avaliar as relações da organização com organizações dos diferentes sistemas**	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
empresarial financeiro governamental de ciência e tecnologia de mídia	**D1**	tipos de relações com outras organizações do sistema ao qual a organização pertence: quais organizações – fornecedores, clientes, concorrentes, pares; que objetivos; negociações envolvidas no que concerne à mudança de base de matérias-primas de fósseis para renováveis; tratamento dado à relação inovação incremental/inovação radical	força de coesão, degraus de transmissão
	D2,3,4,5	relações com outras organizações dos outros sistemas	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
	D2,3,4,5.1	tipos de relações com outras organizações dos outros sistemas: quais organizações, que objetivos, negociações envolvidas no que concerne à mudança de base de matérias-primas de fósseis para renováveis	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
	D2,3,4,5.2	se estivesse na liderança de uma organização desse outro sistema, modo de estabelecimento de políticas, estratégias de inovação, programas, linhas de ação, no que concerne à mudança de base de matérias-primas de fósseis para renováveis (*e.g.*, bases, premissas, critérios, indicadores), e tratamento dado à relação inovação incremental/inovação radical	força de coesão, degraus de transmissão
	D2,3,4,5.3	se estivesse na liderança de uma organização desse outro sistema, tipos de relações que seriam estabelecidas com outras organizações do mesmo e dos outros sistemas, no que concerne à mudança de base de matérias-primas de fósseis para renováveis (*e.g.*, aconselhamento, parecerias, inclusive financeira)	ciranda das relações, força de coesão, degraus de transmissão
empresarial financeiro governamental de ciência e tecnologia de mídia	**questão geral**	obter a visão da organização sobre o posicionamento do Brasil em termos de potencial para o desenvolvimento de inovações radicais	força de coesão

Neste estudo, foram entrevistadas 17 pessoas[41]. O perfil dos entrevistados está apresentado no Quadro 5 seguinte.

Quadro 5 - Perfil dos entrevistados

sistema	**organizações**
empresarial	produtores de intermediários químicos e de resinas a partir de fontes renováveis, empresas consumidoras de embalagens "verdes", empresa de "alta tecnologia" não atuando na indústria química.
financeiro	investidor privado de *private equity* e de capital de risco, banco federal de desenvolvimento
governamental	agência federal de inovação, banco federal de desenvolvimento, instituto de propriedade intelectual, organização para o desenvolvimento da América Latina
ciência e tecnologia	unidades de pesquisa científica e tecnológica de universidades e de empresa pública, envolvidas na pesquisa de produtos a partir de matérias-primas renováveis.
mídia	organizações de mídia impressa e audiovisual comum e especializada

No que concerne ao sistema empresarial, foram entrevistados produtores de intermediários químicos e de resinas a partir de fontes renováveis constituídos por empresas de grande porte, de capital nacional, tendo como clientes empresas nacionais e estrangeiras, como fornecedores de etanol empresas nacionais, integrantes ou não do grupo empresarial ao qual pertence a organização, e como concorrentes diretos e indiretos empresas nacionais e estrangeiras produtoras dos mesmos produtos, porém a partir de fontes fósseis. Dentre esses produtores, encontra-se a única empresa produtora de resina plástica a partir de etanol, mundialmente. As empresas consumidoras de embalagens "verdes" que constituem a amostra são empresas de diferentes portes, nacionais e estrangeiras atuando globalmente, representadas pela associação de classe, tendo como fornecedores dos produtos "verdes" empresas nacionais, e como clientes, pessoas que consideram a preocupação com o meio ambiente como atributo de consumo, no Brasil, mas principalmente no exterior. De modo a fazer um contraponto, foi também consultada empresa considerada como de "alta tecnologia", apesar de não atuar

[41] Os 17 executivos entrevistados foram: Adelaide Maria Antunes, Antonio Candido Daguer Moreira, Eduardo Fallabela Souza Aguiar, Flavio do Couto Cavalcanti, Gabriel Gomes, Glauco Arbix, João Carlos Ferraz, Jorge de Paula Ávila, Julius Goldfarb, Luis Manuel Rebelo Fernandes, Marina Kobayashi, Miguel Perrotti, Nei Pereira Junior, Paulo Cesar Coutinho, Ricardo Bielschovsky, Suely Angelo Correa, Ubirajara Junior.

diretamente na indústria química. Todos os entrevistados ocupavam cargos de diretoria e/ou de alta gerência.

Quanto ao sistema financeiro, as organizações consultadas foram: uma empresa nacional, com investimentos no Brasil e no exterior, na pessoa do presidente e sócio majoritário e o banco de desenvolvimento do governo federal, nas pessoas de um dos diretores e do executivo líder da indústria química.

Os entrevistados que compuseram o sistema governamental foram presidentes e diretores de organizações governamentais brasileiras com atuação consultiva e deliberativa, na formulação, implementação e avaliação de políticas e de ações de fomento a C,T&I, e um diretor de uma organização internacional para desenvolvimento da América Latina.

Com relação ao sistema de ciência e tecnologia, foram entrevistados responsáveis pelo planejamento e/ou execução de estudos e de pesquisas em fontes renováveis como matéria-prima para indústria química, em unidades de universidades federais e em empresa pública.

No sistema de mídia, os consultados foram os responsáveis pelo planejamento e edição de matérias referentes ao tema C,T&I e negócios, em uma organização nacional de mídia impressa especializada, bem como pelo planejamento estratégico de empresa pública de televisão.

Os critérios de seleção das organizações incluídas na amostra foram os seguintes: comprometimento com o tema inovação, envolvimento com o uso de fontes renováveis para a indústria química, representatividade na indústria de atuação e localização geográfica.

Os resultados das entrevistas distribuídos nos blocos mencionados e discriminados pelos sistemas que compõem o modelo analítico proposto encontram-se apresentados, no Capítulo 8, adiante.

A “triangulação” ou “cristalização” foi realizada, na medida em que as entrevistas envolveram diferentes organizações que compõem os cinco sistemas analisados. Além disso, foi realizada revisão de literatura sobre o caso objeto de estudo, conforme apresentado no Capítulo 7 - Justificativa da escolha do caso de estudo.

A pesquisa foi desenvolvida considerando os critérios de qualidade das conclusões propostos por Miles e Huberman (1994), de “objetividade/confirmabilidade”, “confiabilidade/dependabilidade/auditabilidade”, “validade interna/credibilidade/ autenticidade”, “validade externa/transferibilidade/adequabilidade” e “utilização/aplicação/orientação para ação” (p. 278-280).

No que concerne à “generalização” dos resultados da pesquisa de campo qualitativa integrante do caso em estudo, a “generalização” desta pesquisa é a “generalização com base na teoria (*theory-carried*)” – a hipótese ou teoria pode ser testada e posteriormente desenvolvida.

Assim, o modelo analítico proposto poderá ser testado em outros casos de estudo, tanto quanto à aplicabilidade e validade do modelo, quanto para analisar o potencial para radicalidade de outras inovações, em países desenvolvidos e em países em desenvolvimento.

3.2.3 Limitações

O presente estudo, como todo trabalho que envolve pesquisa de campo, está sujeito a um conjunto de limitações, conforme a seguir.

- um dos principais fatores limitantes da pesquisa foi a indisponibilidade de alguns candidatos a entrevistados para participar da pesquisa; entretanto dada a escassez de estudos sobre o tema, os resultados aqui obtidos poderão servir de base a novos estudos, o que torna válido esse tipo de pesquisa;
- a pesquisa na área de ciências sociais é realizada com base em percepções individuais e na sinceridade do respondente em expor suas opiniões; no entanto, não há garantias de que isto tenha ocorrido na realização do presente estudo;
- estudos de caso que utilizam pesquisas qualitativas envolvem geralmente

atividades e percepções de grupos de pessoas, as quais podem sofrer influência do entrevistador e, desse modo, podem ser reportadas e interpretadas admitindo evidências equivocadas ou enviesadas para influenciar a direção das descobertas e das conclusões" (YIN, 1989, p. 21); contudo, a *expertise* dos entrevistados pode fornecer importantes *insights* sobre o fenômeno em estudo;

- o entrevistador tenta a total isenção e imparcialidade durante a coleta e interpretação dos dados coletados, de modo a não introduzir vieses, mas a total isenção e imparcialidade são impossíveis de serem alcançadas;
- mesmo que a generalização estatística ou mesmo indutiva não seja obtida em uma pesquisa qualitativa, dada a escassez de estudos sobre o tema, os resultados obtidos poderiam servir de base a novos estudos, no âmbito, por exemplo, de uma generalização analógica, o que torna válida a utilização desse tipo de pesquisa;
- igualmente, a pesquisa realizada abre espaço para outros processos de “triangulação” ou “cristalização” que possam complementar os resultados obtidos.

CAPÍTULO 4: ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL DO MODELO ANALÍTICO PROPOSTO NESTA PESQUISA

Este capítulo apresenta o pensamento dos cinco autores que fundamentaram o desenvolvimento desta pesquisa, quais sejam: Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi, Benoît Godin, Carlota Perez, e René Dreifuss, incluído nas seções 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, respectivamente. A seção 4.5 resume a abordagem estruturalista característica dos estudos no domínio das Ciências Humanas/Sociais, no âmbito da qual foi desenvolvido o modelo analítico para exame de inovações radicais concebido por esta pesquisa.

4 ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL DO MODELO ANALÍTICO PROPOSTO NESTA PESQUISA

De acordo com o Manual de Oslo, “uma inovação é a implementação de um novo ou significativamente novo produto (bem ou serviço), ou processo, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, organização de locais de trabalho ou relações externas.” (OECD, 2005. p.46).

Mas como e por que há inovações na forma ou não de uma tecnologia, que realizam algo de novo em uma sociedade, ou como e por que se dá uma transformação de um modo de produção e de um modo institucional, ou um de paradigma vigente? Em outras palavras, como e por que se desenvolvem e se estabelecem as inovações radicais? Mediante que abordagem deve ser examinada uma inovação radical[42]?

Como anteriormente mencionado, a abordagem proposta neste estudo para exame de inovações radicais foi fundamentada pelas reflexões sobre a questão inovação, desenvolvidas pelos autores: Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi, Benoît Godin, Carlota Perez, e René Dreifuss, bem como pela abordagem estruturalista, típica de estudos desenvolvidos no âmbito das ciências humanas/sociais.

---

[42] Cabe lembrar que inovação radical é conceituada nesta pesquisa como toda inovação, resultante da alteração da conformação de um modo de produção e de um modo institucional vigente.

Especificamente, a revisão bibliográfica e a argumentação que se segue estão organizadas em torno dos seguintes pontos: 1. a criação do conhecimento conforme Nonaka e Takeuchi; 2. a genealogia da ciência, tecnologia e inovação segundo Benoît Godin; 3. as revoluções tecnológicas, de acordo com Carlota Perez; e 4. as empresas e o desenvolvimento das nações, conforme René Dreifuss.

As visões desses autores foram ressaltadas na medida em que fornecem subsídios para a compreensão do contexto em que ocorrem as inovações radicais conforme definida neste estudo e, para identificar, os principais sistemas e elementos e a interação entre eles, que inibem as empresas de países em desenvolvimento de desenvolverem inovações radicais.

Nonaka e Takeuchi apontam a importância daquilo que se apresenta além do explícito, formal e sistemático, ou seja, daquilo que é intangível, virtual; Godin destaca a relevância da compreensão dos valores subjacentes a um conceito (os valores do valor); Perez realça o caráter sistêmico e a complexidade da instalação de um novo paradigma em uma sociedade; e Dreifuss enfatiza a abrangência da estrutura institucional que sustenta um modo de produção vigente em uma sociedade globalizada.

Além dos estudos desses cinco autores, encontra-se resumida, a abordagem estruturalista, característica dos estudos antropológicos, que busca capturar a gênese estrutural que mantém um sistema coeso na qualidade de estrutura social.

4.1 A CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CONFORME NONAKA E TAKEUCHI

Como mencionado na seção 2.2 anterior e no Apêndice A, Nonaka e Takeuchi (1995) afirmam ser a capacidade de criar conhecimento novo e de utilizá-lo para produzir produtos e tecnologias, o motor de uma empresa bem-sucedida. Para os autores, há dois tipos de conhecimento: o conhecimento explícito – contido em manuais e procedimentos e o conhecimento tácito – aprendido somente pela experiência e comunicado apenas indiretamente, por meio de metáforas e analogias.

A empresa deve considerar as condições capacitadoras necessárias para o processo de criação do conhecimento, que se dá na interação entre os conhecimentos tácito e explícito, tanto no nível do indivíduo quanto no nível da organização.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1995) há duas dimensões na criação do conhecimento – a epistemológica, que considera a distinção entre conhecimento tácito e explícito, cuja interconversão é determinante da criação do conhecimento; e a ontológica, que considera que o conhecimento somente é criado por indivíduos, e assim, representa o nível de conhecimento do indivíduo, de grupos, da organização e interorganização.

Nonaka e Takeuchi (1995) analisaram a dinâmica da inovação nas empresas japonesas e constataram diferenças fundamentais na abordagem ocidental e oriental, no que concerne à criação do conhecimento. Tais diferenças, segundo os autores, seriam decorrentes das tradições culturais dessas duas sociedades e o exame dessas diferenças passa por uma revisão epistemológica.

Conhecimento, para Nonaka e Takeuchi (1995), é definido como um "processo humano dinâmico de justificar uma crença pessoal em direção da verdade" (p.58), ou seja, não como o conhecimento (a verdade), mas como um "conhecimento aproximado" (uma verdade), válido em um determinado contexto (crença) e fundamentado por um determinado valor (cultura). Nesse sentido, a construção do conhecimento requer uma visão sistêmica e dinâmica (histórica) do ambiente interno e externo de atuação de uma empresa e/ou de um país.

Nonaka e Takeuchi (1995) atribuem à visão mecanicista típica do humano ocidental, a pouca importância dada à criação do conhecimento por parte das empresas ocidentais, na medida em que é comum a empresa ocidental se considerar como uma "máquina de processamento de informações" (p. 8), no que respeita a sua visão sobre o conhecimento. Esta visão trata o conhecimento como explícito, como algo formal sistemático, que pode ser expresso em palavras e números, e comunicado e partilhado na forma de dados brutos, fórmulas científicas, procedimentos

codificados, ou princípios universais, tais como códigos computacionais, fórmulas químicas, ou um conjunto de normas gerais. Assim, pode ser ensinado pela educação e treinamento.

As empresas japonesas, entretanto, têm um entendimento do conhecimento de maneira diferente daquela das empresas ocidentais, segundo, Nonaka e Takeuchi (1995). Para as empresas japonesas, o conhecimento expresso em palavras e números representa apenas "a ponta do *iceberg*" (p. 8), uma vez que as empresas japonesas têm uma visão do conhecimento como essencialmente tácito, ou seja, "algo que não é facilmente visível e expressável" (p. 8).

O conhecimento tácito, como por exemplo, intuições, pressentimentos, *insights* subjetivos, é altamente pessoal e difícil de ser formalizado, e assim, difícil de ser comunicado e compartilhado. Nesse sentido, o conhecimento tácito está profundamente enraizado tanto na ação e experiência do indivíduo quanto em seus ideais, emoções, ou valores, na medida em que o indivíduo é também determinado historicamente.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1995), o conhecimento tácito pode ser segmentado ao longo de duas dimensões simultâneas, uma técnica e outra cognitiva. A dimensão técnica engloba o tipo de habilidades ou ofícios informais difícil de serem pinçados, capturados no termo *know-how* – "um mestre artesão, por exemplo, desenvolve uma riqueza de *expertise* 'nas pontas de seus dedos' após anos de experiência, mas é incapaz de articular os princípios científicos ou técnicos por trás do que sabe" (p.8). A dimensão cognitiva envolve modelos mentais, esquemas, crenças e percepções tão profundamente entranhadas no indivíduo que são tomados como pressupostos ou convicções, refletindo, desse modo, a sua visão presente (o que é) e futura (o que deveria ser) da realidade. Esses modelos implícitos, embora não possam ser facilmente articulados, dão forma à maneira pela qual a realidade é percebida[43].

---

[43] Essas duas dimensões do conhecimento tácito podem ser consideradas de certo modo equivalentes ao que Wilhelm Dilthey (1883-1911) – um dos primeiros pensadores a ressaltar a diferença entre as ciências da natureza e as ciências humanas, aponta como o método das ciências humanas, como será tratado na seção 4.5. Para Dilthey, as ciências humanas são explicativas como

A complexidade para processar ou transmitir o conhecimento tácito de uma maneira lógica ou sistemática advém de sua natureza subjetiva e intuitiva. Para que o conhecimento tácito seja comunicado e partilhado no âmbito de uma organização, faz-se necessária sua conversão em palavras ou números, que possam ser compreendidos por todos. Como afirmam Nonaka e Takeuchi (1995) "é precisamente durante o tempo que essa conversão ocorre – de tácito para explícito e, [...], novamente em tácito – que o conhecimento organizacional é criado" (p.9).

Nonaka e Takeuchi (1995) afirmam ser a distinção entre conhecimento explícito e tácito, a chave para compreender as diferenças entre a abordagem ocidental do conhecimento e a abordagem japonesa do conhecimento.

A abordagem que valoriza o conhecimento tácito trata a organização como organismo vivo e não como máquina. Nesse contexto, muito mais do que processar informação objetiva torna-se crucial partilhar a compreensão daquilo que a empresa tem como projeto de vida, para onde ela está se encaminhando, que tipo de mundo a empresa quer viver, e como tornar esse mundo realidade. O conhecimento envolve não apenas ideais, valores e emoções, mas também imagens e símbolos. Tais elementos adquirem significativa importância para compreender a visão japonesa do conhecimento. "De fato, o mais poderoso aprendizado tem origem na experiência direta. [...], bem como por meio de tentativa e erro" (NONAKA; TAKEUCHI, 1995, p.10).

Como decorrência, o processo de inovação é um processo de auto-renovação altamente individual, tanto do pessoal quanto da organização. É indispensável o compromisso pessoal dos empregados e sua identidade com a empresa e sua missão. Desse modo, a criação de conhecimento novo envolve ideais e idéias:

> A essência da inovação é recriar o mundo de acordo com um ideal ou visão particular. Criar conhecimento novo significa literalmente recriar a empresa e cada um nela em um processo contínuo de auto-

---

as ciências exatas e da natureza que explicam pelas causas, mas ao mesmo tempo compreensivas, na medida em que envolvem interpretações do outro (o objeto de observação) por analogia com a experiência vivida do observador. (Jardim Andrade, 2008)

> renovação pessoal e organizacional.(NONAKA; TAKEUCHI, 1995, p.10)

O conhecimento, segundo Nonaka e Takeuchi (1995), deve ser construído por si mesmo. Não se trata simplesmente de aprender a partir de outros ou de adquirir conhecimento externo, na medida em que, freqüentemente, conhecimento tácito requer interação intensiva e trabalhosa entre os membros da organização. As empresas japonesas acreditam que a criação de conhecimento novo e proprietário pressupõe intensiva interação externa-interna. Nesse contexto, o conhecimento não pode ser adquirido, ensinado e experimentado apenas de modo formal e sistemático, por meio de manuais, livros ou palestras, como é prática comum nas empresas ocidentais.

Conforme Nonaka e Takeuchi (1995), as empresas japonesas criam conhecimento novo, pela conversão do conhecimento tácito em explícito. Os autores apresentam o exemplo do automóvel modelo Honda City para ilustrar a confiança atribuída pela gerência da Honda, à linguagem figurativa e ao simbolismo, à necessidade de disseminar o conhecimento envolvendo o compartilhamento por toda a empresa, e ao nascimento do conhecimento em um contexto de ambigüidade e redundância.

Nonaka e Takeuchi (1995) mostram que a criação do conhecimento ocorre de forma contínua e em todos os níveis da organização, por meio de um infinito processo iterativo e interativo. Assim, a empresa deve oferecer condições capacitadoras necessárias, para que o processo de criação do conhecimento organizacional se dê na interação e transformação entre os conhecimentos tácito e explícito, que ocorre no nível do indivíduo e no nível da organização, como indicado.

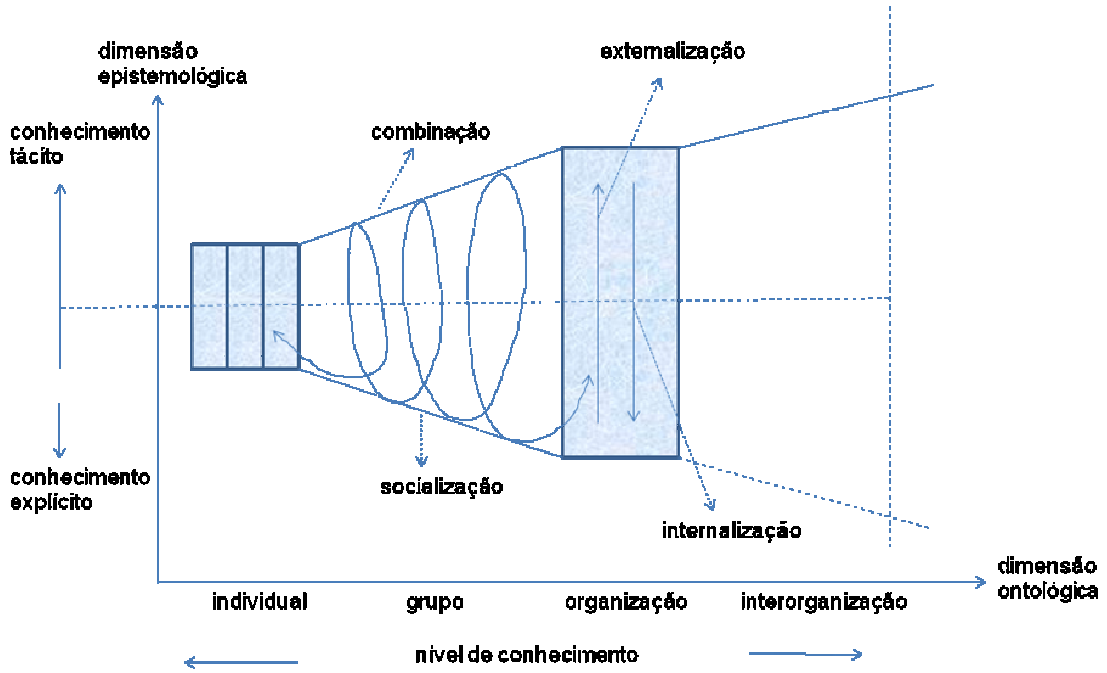
O modelo de criação do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1995) é representado pela formação de espirais do conhecimento ao longo do tempo, dentro das quais ocorre o processo de interação entre o conhecimento tácito e explícito, que leva ao surgimento da inovação, como mencionado anteriormente.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1995), as espirais se formam no âmbito das dimensões – epistemológica e ontológica, ao longo do tempo. A dimensão

epistemológica trata a conversão do conhecimento - o modelo tem como premissa que o conhecimento é criado e expandido mediante interação social contínua e dinâmica entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. A dimensão ontológica considera os níveis das entidades criadoras de conhecimento – indivíduo, grupo, organização e interorganização, ou seja, a transformação do conhecimento do indivíduo em conhecimento organizacional.

A Figura 3 seguinte ilustra o exposto.

Figura 3 - A espiral de criação do conhecimento organizacional – interação entre conhecimento tácito e explícito, conforme Nonaka e Takeuchi (1995).



Fonte: Nonaka e Takeuchi (1995), p. 73

Nonaka e Takeuchi (1995) analisam uma inovação no âmbito de uma visão sistêmica, no nível da organização. Tal análise é ainda restrita a uma orientação para a inovação, já que não considera interrelações com outros sistemas e elementos do macroambiente, que interagem "tacitamente" em um processo de inovação de uma empresa.

A inovação, ou seja, a conversão dos conhecimentos tácito e explícito, segundo Nonaka e Takeuchi (1995), é um processo social dinâmico, que constrói realidades e

não uma verdade absoluta e universal. Assim, segundo os autores, faz-se necessário identificar os conceitos, significados e contextos envolvidos quando uma inovação é referida, conforme indica a visão de Benoît Godin, apresentada na seção 4.2, seguinte.

4.2 A GENEALOGIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO SEGUNDO GODIN

Como mencionado anteriormente, inovação é cânone no discurso de qualquer sociedade. Godin (2002, 2005, 2006a, 2008, 2008a) visando compreender como a inovação adquiriu um lugar central na sociedade atual examinou a história genealógica[44] da categoria inovação, *i.e.*, dos conceitos subjacentes ao termo inovação, por meio da análise dos termos invenção, imitação e inovação, desde a Idade Média até as mais recentes interpretações na Economia e na Sociologia. O autor mostra que a definição de inovação, nos dias atuais, adquiriu um caráter teleológico – como uma invenção utilizada ou adotada para a Sociologia e como uma invenção comercializada para a Economia, como já mencionado.

Com efeito, grande parte dos estudos sobre inovação trata a inovação como inovação tecnológica. Por outro lado, as pesquisas de inovação conduzidas pela OCDE, tendo por base, o Manual de Oslo da OCDE, empregam métricas, onde a inovação medida é apenas a inovação desenvolvida por empresas. Godin (2008a) mostra que o enfoque materialista e econômico, contribuiu para uma representação da inovação como inovação tecnológica e como invenção comercializada

---

[44]Como já abordado nas notas 4 e 25 anteriores, para Michel Foucault, a genealogia busca responder a questão do porquê dos saberes, da origem de sua existência e de suas transformações, situando esses saberes como peças de relações de poder ou se incluindo como dispositivo político de natureza essencialmente estratégica. A genealogia de Foucault apresenta três objetos: investigar como se formam os discursos e as regras que constituem a verdade e as suas condições de validade, estas últimas variando historicamente; investigar as formas de saber que estabelecem para a ciência o seu *a priori* histórico; e investigar as condições que tornam possível a verdade num conceito de poder, na medida em que na investigação genealógica o poder perdura por meio de processos anônimos de sujeição (Batista, 2002)

Godin (2008a,2005) sustenta que muitas idéias e invenções *per se* são abandonadas por não serem "adotadas pelo mercado"[45]. Por outro lado, o indivíduo ("o gênio criador") deixa de ser a fonte criadora da novidade (da inovação) e a empresa assume o papel de sujeito da frase. Ademais, os benefícios resultantes da inovação dizem respeito à economia e não à cultura ou à civilização, mesmo aqueles resultantes das ditas "inovações sociais", definidas usualmente como: avanços nas ciências sociais, reformas políticas/institucionais em prol de melhores condições de vida ou soluções de "problemas sociais" advindas de comunidades.

Por sua vez, conceitos ou categorias como parte de representações, discursos, leis, políticas, teorias, assim como indicadores quantitativos (estatísticas) tornam acontecimentos visíveis, destacando as novidades e as mudanças no mundo, e ao mesmo tempo, contribuem para essas mudanças: a categoria inovação contribuiu para convencer mais empresas a investir em pesquisas e governos a financiar atividades de pesquisa, sobretudo aquelas de interesse de empresas (nacionais ou não), que possibilitaram o desenvolvimento industrial e crescimento econômico, de acordo com Godin (2004, 2004a, 2005, 2007, 2008d).

Godin (2005, 2008a) então examina a história genealógica da inovação, identificando os conceitos que ao longo da história definiram uma "novidade" e que levaram a inovação a uma categoria central na sociedade atual, mediante a análise de: 1. conceitos envolvidos quando a inovação é referida; 2. significado dos conceitos desenvolvidos; 3. discursos proferidos em nome da inovação; 4. valores envolvidos nos debates; 5. teorias e modelos conceituais desenvolvidos para explicar a inovação; 6. contexto do qual a categoria inovação emergiu; e 7. métricas (indicadores) da inovação.

A inovação ao longo da história foi concebida e definida em escopo amplo, referindo-se a qualquer tipo de novidade: artística, científica, tecnológica, organizacional,

---

[45] Conforme apresentado por Godin (2008a), o termo tecnologia remete imediatamente ao termo mercado – são raros discussões e estudos que tratam de inovações não comercializadas por empresas. Com efeito, qualquer indivíduo em uma certa dimensão é inovador; artistas são inovadores; cientistas são inovadores e também as organizações são inovadoras nas suas operações de rotina.

cultural, social ou individual; significando invenção, imaginação, engenhosidade, criatividade, melhoria, etc.; e adquirindo forma de coisas, atos mentais, instituições, benefícios, ações, métodos, linguagens e crenças, entre outras.

Para Godin (2005, 2008a), os discursos proferidos em nome da inovação se desenvolvem geralmente ao longo de três dimensões: a inovação como fator de mudança na sociedade, a inovação como progresso, e a inovação por si própria, tal como por reconhecimento pessoal, prestígio ou identidade profissional.

No que concerne aos valores sobre os quais a inovação se baseia, estes envolvem uma "tensão essencial" (Godin, 2008a, p.7) e levam ao desenvolvimento de dicotomias, tais como tradição *versus* inovação. Quanto aos modelos para estudar a inovação, eles inicialmente tinham caráter psicológico e adquiriram caráter sociológico e econômico ao longo do tempo.

O estudo da história genealógica da inovação realizado por B. Godin revela que a categoria inovação emergiu dos contextos econômico (comércio), político (as cortes) e cultural (expressividade, consciência da história). Com relação às métricas da inovação, estas se transformaram consideravelmente nos cem anos compreendidos entre 1906 e 2006[46].

Os eixos adotados por Godin (2008a) para proceder ao exame da história genealógica da inovação são três: a etimologia da inovação, a história da inovação como categoria no que se refere aos conceitos de imitação, invenção e inovação; e a inovação como ruptura com o passado.

A etimologia da palavra inovação exprime a inovação como novidade, e nesse sentido, a inovação pode ser de qualquer tipo, não apenas material ou tecnológica. Segundo Godin (2008a), a conjunção de dois fatores constituiu a idéia de inovação como tecnológica ou comercializada: a cultura de coisas e seu corolário capitalista - o desenvolvimento industrial por meio da tecnologia, e a academia - o estudo da

---

[46] Para aprofundamento no assunto, consultar Godin, B. **La science sous observation**. Cent ans de mesure sur les scientifiques 1906-2006. Les Presses de l'Université Laval : Saint-Nicolas, 2005, 81p.

tecnologia e os modelos conceituais que se seguiram e que fundamentaram as políticas de ciência e de crescimento econômico. De acordo com Godin (2008a), há uma relação dialética entre realidade e linguagem - “acontecimentos e mudanças no mundo fazem emergir novas categorias; estas últimas por sua vez trazem à luz mudanças no mundo, e assim fazendo, contribuem para essas mudanças” (p.7).

Segundo Godin (2005, 2008a), muito foi escrito sobre imitação e também sobre invenção, mas nunca a inovação foi abordada, do ponto de vista genealógico por meio das categorias – imitação e invenção conjuntamente. Ao longo da história ocidental, a imitação e a invenção foram colocadas em contraste ou em tensão. Essa dicotomia foi resolvida somente no século XX, com o conceito de inovação como processo: invenção e imitação são etapas seqüenciais do processo que leva à inovação.

Do ponto de vista da literatura da Sociologia, conforme indicado por Godin (2005, 2008a), a inovação é descrita como atividade e como processo, onde são discutidos e não contrastados, tanto a produção de uma invenção quanto seu uso. A invenção e a imitação, como adoção ou difusão são etapas de uma seqüência linear.

No contexto da literatura da Economia, a inovação também é entendida como processo, mas adquiriu significado próprio: “inovação é a comercialização de uma invenção (tecnológica)” (GODIN, 2008a, p.31). Tal definição se consolidou em todos os contextos ao longo do tempo.

O interesse pelo estudo da tecnologia e da inovação tecnológica se deve aos economistas neoclássicos, em suas teorias sobre a mudança tecnológica. A preocupação da Economia tradicional era o equilíbrio e não a dinâmica. A mudança passou então a ser analisada pela economia com o estudo da tecnologia como causa do crescimento econômico.

Karl Marx (1818-1883), foi o primeiro autor a tratar da relação entre tecnologia e mudança (Godin, 2008a; Rosenberg, 1976; Freeman, 2003; Schumpeter, 1976). Marx mostra que mudanças nas técnicas de produção deram origem à indústria

moderna, uma vez que as máquinas instituíram a indústria de bens de capital, proporcionaram aumento na produtividade em outras indústrias, bem como se constituíram no principal fator de mudança social, pela crise e então pela revolução.

Como exposto por Godin (2008a), a mudança tecnológica era tema de debate entre os economistas nos anos 1920 e 1930, embutida no estudo das funções de produção[47]. A função de produção representava a "mudança tecnológica", expressão precursora da "inovação tecnológica". A partir dos anos 1950, a contribuição da pesquisa para o desenvolvimento industrial e para o desempenho e crescimento econômico era objeto de análise de diversos estudos, primeiramente por parte de economistas neoclássicos e após de economistas evolucionários.

A literatura sobre a "inovação induzida", termo utilizado a partir dos anos 1960, ressuscitando as discussões dos anos 1920 e 1930, sobre a tecnologia como economia de trabalho (*labour-saving*) ou de economia de capital (*capital saving*) ou neutra, foi a primeira a utilizar extensivamente o termo inovação no âmbito da economia, segundo apresentado por Godin (2008a).

Nos anos 1940, com os estudos de W. R. Maclaurin, a expressão "mudança tecnológica" adquiriu novo significado, qual seja, desenvolvimento e comercialização de novos produtos, substituindo o uso da expressão como processo técnico na produção. No início dos anos 1950, Maclaurin empregava tanto o termo mudança tecnológica quanto inovação tecnológica, característicos da literatura das décadas subseqüentes, conforme Godin (2008a).

O termo inovação se notorizou no âmbito da economia com os estudos dos economistas evolucionários, dentre eles Schumpeter. Como já mencionado no item 2.1, Schumpeter distingue inovação de invenção. Entretanto, nos anos 1960 e 1970, o termo inovação ainda não era totalmente aceito devido à imprecisão de seu

---

[47] A função de produção é uma equação que relaciona quantidade de bens produzidos (*outputs*) com quantidade de insumos (*inputs*). Há, em um dado tempo, disponíveis em uma empresa, insumos (capital e trabalho) e técnicas pelas quais esses insumos podem ser combinados para produzir a quantidade ótima desejada. A função de produção foi introduzida por Cobb-Douglas, nos anos 1920 (looty, 2006).

conceito, na medida em que podia significar qualquer coisa, sendo então utilizados no contexto da literatura dos economistas, os termos “invenção, mudança tecnológica (e suas variantes: avanço técnico e progresso técnico) e algumas vezes automação” (Godin, 2008a, p.34).

Ao longo do tempo, estudiosos de escolas de negócios e economistas desenvolveram teorias e modelos conceituais da inovação tecnológica como processo, da invenção à difusão, tendo a inovação comercializada como última etapa do processo – o modelo linear da inovação, de forma similar à da Sociologia, de acordo com Godin (2006a, 2008a). O Quadro 6, apresentado a seguir resume tais teorias e modelos do ponto de vista da Sociologia e da Economia, conforme Godin.

Quadro 6 – Seqüência de Teorias sobre Inovação Tecnológica segundo a Sociologia e a Economia e Administração, conforme B. Godin

ano	**Sociologia**		**Economia**	
	sociólogo	**teoria**	**economista**	**teoria**
1890	Tarde	novas idéias (oposições), combinação (inconsciente e após consciente), imitação		
1920	Ogburn	invenção (e difusão), mal-ajuste *(lag)*/ajuste	Mees	ciência pura, desenvolvimento, manufatura
1923	Bernard	fórmula, *blue print*, máquina		
1926			Epstein	idéia, esboço, desenho, teste, uso
1928	Chapin	invenção, acumulação, seleção, difusão		
1929			Usher	elaboração do conceito primário, síntese primária, revisão crítica
1932			Jewett	plano (*design*), controle (testes), operação preliminar em pequena escala, modelo feito por ferramenta, produção em larga escala
1933	Ogburn e Gilfillan	idéia, aparelho para experimento (modelo ou plano), demonstração, uso regular, adoção		
1935	Gilfillan	idéia, esboço, desenho, modelo, invenção experimental tamanho integral, prática comercial)		
1937	US National Resource Comittee	começos, desenvolvimento, difusão, influências sociais		
1941	Ogburn	idéia, plano, forma tangível, melhoria, produção, promoção, marketing, vendas	Stevens	pesquisa fundamental, pesquisa aplicada, tubo de teste ou pesquisa de bancada, planta piloto, produção (melhoria, solução de problemas, controle técnico do processo e qualidade)

Quadro 6 – Seqüência de Teorias sobre Inovação Tecnológica segundo a Sociologia e a Economia e Administração, conforme B. Godin – cont.

ano	Sociologia		Economia	
	sociólogo	**teoria**	**economista**	**teoria**
1942			Bichowsky	pesquisa, engenharia (ou desenvolvimento), fábrica (ou produção
1947			Maclaurin	pesquisa fundamental, pesquisa aplicada, engenharia, serviços de engenharia
1948			Furnas	pesquisa exploratória e fundamental, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção
1950	Ogburn	invenção, acumulação, difusão, ajuste	Mees e Leemakers	pesquisa, desenvolvimento (estabelecimento de uso em pequena escala, planta-piloto e modelos), adoção em fabricação
1951a			Brozen	invenção, **inovação**, imitação
1951b			Brozen	pesquisa, desenvolvimento de engenharia, produção, serviço
1953			Maclaurin	ciência pura, invenção, **inovação**, financiamento, aceitação
1954			Usher	percepção de uma necessidade não satisfeita, estabelecimento do estágio, primeiro ato de *insight*, revisão crítica e desenvolvimento
1959			Ruttan	invenção, **inovação**, mudança tecnológica
1961			Ames	pesquisa, invenção, desenvolvimento, **inovação**
1962	Rogers	**inovação**, difusão, adoção	Machlup	pesquisa básica, trabalho inventivo, desenvolvimento, construção da planta
1965			Scherer	invenção, empreendedorismo, investimento, desenvolvimento
1966			Schmookler	pesquisa, desenvolvimento, invenção
1968			Mansfield	invenção, **inovação**, difusão
1969			Myers e Marquis	solução de problemas, solução, utilização, difusão
1974			Utterback	geração de uma idéia, solução de problemas ou desenvolvimento, implementação e difusão
1983	Rogers	necessidades/problemas, pesquisa, desenvolvimento, comercialização, difusão e adoção, conseqüências		

Fonte: Godin (2008a), p. 30 e 36.

No âmbito da Psicologia, o conceito de inovação é associado ao de criatividade, onde “homens eminentes”, artistas, inventores e cientistas são representantes perfeitos de indivíduos criativos ou gênios. Como mostra Godin (2008a), para os psicólogos, a criatividade é definida por meio da medição: “medindo as atitudes de indivíduos e desempenhos em testes de avaliação, mas também, cada vez mais, contando o volume de produção obtida, ou produtividade” (p.38).

Criatividade significando produtividade deu início a toda uma literatura de quantificação de artigos acadêmicos produzidos por cientistas (bibliometria) a partir dos anos 1950. Da mesma forma, os sociólogos também se dedicaram ao estudo da produtividade científica e sua relação com sistemas de recompensa, segundo aponta Godin (2008a, 2007).

Por outro lado, ainda no âmbito da Psicologia, surgiram muitos estudos enfatizando a criatividade de pessoal nas organizações, tendo como grupo de análise favorito aquele composto de cientistas e engenheiros.

Conforme Godin (2008a), o estudo da inovação organizacional se desenvolveu a partir de três frentes - de programas de pesquisa que se dedicavam à “mudança empreendedora”, como conseqüência da teoria schumpeteriana; do estudo do comportamento inovador das organizações, expresso pela estrutura organizacional e pelo estilo gerencial; e do estudo da gestão das atividades tecnológicas e de pesquisa, na medida em que contribuía para o desempenho das empresas, traduzido em produtividade, lucro e participação no mercado.

Assim, a inovação adquiriu significado de eficiência: valor monetário ou resultados de investimentos em P&D, se instaurando um novo tema para estudos, qual seja, a produtividade tecnológica, ou o volume de invenções tecnológicas advindas de laboratórios de P&D. A contribuição dos psicólogos se fez presente nesses estudos. Expressos como “gestão da tecnologia” (inicialmente denominada gestão da pesquisa científica), foram desenvolvidos diversos estudos sobre clima e condições organizacionais propícias à produtividade científica e tecnológica e sobre os incentivos para estimular a criatividade, tendo como premissa, a inovação como eficiência. Como resultado, de acordo com Godin (2008a), “criatividade e produtividade se tornaram una” (p.39), e nos anos 1960, criatividade era palavra recorrente, aplicada em diversos ramos da pesquisa industrial.

A inovação como rompimento com o passado se dá no sentido em que a invenção por si só não é suficiente para ser considerada uma inovação. Uma inovação

pressupõe o uso e a adoção da invenção, apesar da inovação ainda conter um caráter de continuidade com o passado, quando é definida como uma novidade. A idéia de novidade esteve de diversas formas presente antes da inovação ocupar lugar central nas representações do novo.

O Quadro 7 seguinte sumaria a evolução do conceito de inovação, segundo Godin (2008a).

Quadro 7 - Evolução do Conceito de Inovação, segundo B. Godin

1. imitação	7. mudança social
2. invenção	8. criatividade
3. descoberta	9. mudança organizacional
4. engenhosidade	10. mudança tecnológica
5. criação	11. inovação tecnológica
6. mudança cultural	12. inovação comercializada

Fonte: Godin (2008a), p. 43

No que concerne ao termo pesquisa, a primeira definição de pesquisa aparece em 1953, no âmbito de um estudo conduzido pela National Science Foundation – NSF, norte-americana e na segunda edição do Manual Frascati[48] em 1970, caracterizando a pesquisa como atividade de criação e sistemática, conforme apresentado por Godin (2005):

> pode-se definir a pesquisa e o desenvolvimento experimental como o conjunto de trabalhos de criação empreendidos de uma maneira sistemática, a fim de aumentar o estoque de conhecimentos científicos e técnicos e utilizar esse estoque para introduzir novas aplicações. (p. 22).

Godin (2005) mostra o sentido inserido nessa definição de pesquisa como atividade criativa e sistemática: o interesse do governo norte-americano no período pós-guerra de convencer empresas a investir em atividades de pesquisa e de ao mesmo tempo organizar e sistematizar a pesquisa industrial, *i.e.*, esse novo instrumento para o crescimento econômico. Essa organização e sistematização se dão em laboratórios industriais. Cabe observar, que somente grandes empresas industriais são assim organizadas e dispõem de laboratórios de pesquisa, conforme destaca Godin

[48] O Manual Frascati, da OCDE, estabelece metodologia padrão para coleta de dados e produção de estatísticas de pesquisa e desenvolvimento – P&D.

(2005), estando desse modo excluídas do desenvolvimento de atividades de pesquisa, as pequenas empresas e as empresas de serviços.

Godin (2004a, 2005) mostra como o desenvolvimento foi incluído na definição da pesquisa, constituindo o acrônimo P&D.

No início dos anos 1960, houve um questionamento sobre a definição dos indicadores quantitativos da pesquisa, que incluíam atividades consideradas como rotineiras e não inventivas, por parte de alguns economistas, dentre os quais "S. Kuznets, o pai da contabilidade nacional moderna, J. Schmookler, aquele que fez das estatísticas sobre licenças, um indicador de ciência, e D. Novick, da Rand Corporation"(GODIN, 2005, p. 25).

Conforme Godin (2005), o desenvolvimento é o "conjunto de atividades necessárias à implementação de produtos e processos novos: engenharia, protótipos, testes, ensaios e provas, *design*" (p.25).

Os pressupostos embutidos no termo desenvolvimento, como aponta Godin (2004b, 2005), são os seguintes:

- É uma categoria funcional e organizacional, que se desenvolve no contexto de um modelo linear de inovação (pesquisa fundamental → pesquisa aplicada → desenvolvimento), e é uma definição especialmente de interesse de grandes empresas industriais. Sendo assim, tem uma origem "industrial", dado que, o desenvolvimento de novos produtos e processos é o objetivo da pesquisa industrial.
- A categoria "desenvolvimento" tem uma função política, uma vez que permite direcionar investimentos ora para a pesquisa ora para o desenvolvimento no âmbito de um mesmo item, resultando na possibilidade de comprovação de maiores montantes investidos seja para que fim for.
- A inclusão da categoria desenvolvimento tem uma função metodológica por eliminar problemas advindos da dificuldade de separar atividades.

Como indica Godin (2004a, 2005), em todas as pesquisas nacionais desde a época de R. N. Anthony[49], dois terços dos investimentos relacionados à rubrica P&D se incluem nas atividades de desenvolvimento e um terço naquelas de pesquisa, indicando que a rubrica P&D representa muito mais atividade tecnológica do que científica.

Benoît Godin, além de analisar a linguagem da literatura no que concerne à genealogia da categoria inovação, analisa a linguagem dos indicadores de inovação.

Quanto ao uso dos indicadores de ciência e tecnologia, estes servem de subsídios para tomada de decisões de investimento (*e.g.* quais setores, qual montante, o que relatam as atividades de pesquisa), e nesse sentido, Godin (2005) afirma a freqüente função política de tais indicadores – "a estatística não é nunca neutra, ela veicula escolhas" (p.3).

O estudo dos discursos políticos revela que estes fazem uso de indicadores como elementos de prova, de demonstração e de persuasão, e ainda de comparação em termos de desempenho científico e tecnológico entre diferentes países. Em decorrência, tais indicadores se estabelecem como ferramentas para normalização e homogeneização de políticas, bem como para convergência das economias nacionais (Godin, 2004,2005).

Conforme Godin (2005, 2008d), os conceitos e metodologias dos Manuais da OCDE vigentes nos dias atuais, ainda refletem os conceitos, metodologias, indicadores e análises desenvolvidas na ocasião da Segunda Guerra Mundial[50], que tinham por

---

[49] R. N. Anthony, pesquisador da Havard Business School, um dos primeiros acadêmicos a propor métricas para pesquisa, nos anos 1950.

[50] Os grandes "mentores intelectuais" dos Manuais da OCDE foram os norte-americanos Vannervar Bush, engenheiro e matemático, diretor do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (Office of Scientific Research and Development), vinculado ao governo norte-americano e autor do relatório "Science: The Endless Frontier" em 1945 e J.R. Steelman, economista e diretor do Escritório de Moblização para Guerra e Reconversão (Office of War Mobilization and Reconversion – OWMR) e autor do relatório "Science and Public Policy", de 1947. Ambos sugeriam ao governo norte-americano, o redirecionamento do desequilíbrio no financiamento da pesquisa fundamental e a duplicação dos investimentos ao longo dos dez anos subseqüentes. (GODIN, 2005, p.17). O relatório de V. Bush visava entre outros fins, destacar a supremacia da ciência sobre todas as formas de conhecimento e garantir recursos para apoiar cientistas e para desenvolvimento de atividades de pesquisa científica e tecnológica (afirmando a essencialidade da pesquisa básica para a consecução de objetivos

objetivo, realizar levantamento sobre cientistas e empresas ativas em pesquisas, para caso de necessidade de desenvolvimento de tecnologias militares, bem como convencer empresas a investir em pesquisa visando engajá-las na reconstrução do crescimento econômico do pós-guerra.

Nesse sentido, as métricas para ciência e tecnologia foram estabelecidas tendo como imperativos, a mobilização para o desenvolvimento de tecnologias militares e a campanha pós-guerra para o crescimento econômico. Godin (2005) indica que "a maior parte dos governos ocidentais imaginou as primeiras políticas científicas com objetivo de contribuir para a economia nacional" (p.17). Os indicadores de C&T demonstravam o crescimento econômico dos países uns em relação aos outros e suas respectivas posições (*e. g.* Estados Unidos *vs.* antiga União Soviética, Europa *vs.* Estados Unidos).

Os indicadores de inovação foram instituídos nos anos 1980-1990 tratando a inovação no âmbito do conceito de desenvolvimento econômico, por uma abordagem que conferiu à inovação caráter de atividade e não de resultado, uma vez que deixou de refletir tecnologia, e passou a significar aquilo que era desenvolvido pelas empresas. "P&D, projeto, engenharia, produção e comercialização" (Godin, 2006, p.69), bem como gastos com essas atividades. Tal conceito de inovação foi incorporado pelo Manual de Oslo, e assim, a inovação passou a ser "medida-definida" como um processo, uma atividade e não como um produto, um resultado.

Cabe observar, a influência das idéias contidas no relatório de V. Bush, "Science: The Endless Frontier", nas políticas científicas e tecnológicas atuais, inclusive na PITCE – Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, do governo brasileiro. Como indicam Dias e Dagnino (2009),

---

nacionais). Em outras palavras, demonstrava a necessidade da concepção e implementação de políticas governamentais científicas e tecnológicas. Cabe observar o "modelo linear de inovação" embutido no relatório. O relatório de Steelman recomendava a duplicação da alocação de recursos financeiros (públicos e privados para a P&D; a priorização da pesquisa básica e da pesquisa médica; o estabelecimento de uma Fundação Nacional de Ciência (National Science Foundation – NSF; a ampliação do apoio financeiro a universidades (bolsas e instalações de pesquisa); e "melhoria" no financiamento e na coordenação do trabalho das instituições de pesquisa governamentais.

> o “fetiche” exercido por setores como biotecnologia e das tecnologias da informação e da telecomunicação (TIC) estabeleceu uma percepção, comum entre os responsáveis por políticas, que associa erroneamente os gastos intra-setoriais com P&D à intensidade de conhecimento dos diversos setores da indústria. Dessa forma, foi configurado um foco excessivo das políticas de C&T, industrial e de comércio exterior em um conjunto restrito de setores, sob o discurso de que o desenvolvimento dependeria cada vez mais da capacidade de um determinado país de se adaptar a uma suposta “sociedade do conhecimento” que estaria emergindo.(DIAS; DAGNINO, 2009, p. 5).

A autoridade da OCDE nos estudos e políticas de inovação se reflete ainda na construção dos indicadores de inovação. Como mencionado, o conteúdo do Manual de Oslo e do Manual Frascati orienta a maioria dos estudos presentes na literatura sobre inovação, especialmente nos países em desenvolvimento.

Essa passagem da inovação à categoria de atividade, segundo Godin (2005), é também registrada pela literatura especializada, que marca a passagem do termo mudança tecnológica para inovação tecnológica. A literatura que trata da mudança tecnológica também tem a empresa no principal papel, mas o objeto de estudo, é a tecnologia, seus impactos econômicos, sociais e o que contribui para o sucesso das tecnologias: a pesquisa, as políticas públicas, o contexto sociocultural, o empreendedorismo, as estratégias da empresa, etc.. Já a literatura sobre inovação tecnológica, enfatiza a empresa e o mercado e não a tecnologia: as competências da empresa, sua organização, suas redes, os obstáculos que encontra para comercializar, etc.

Tanto os modelos teórico-conceituais apresentados na literatura quanto os indicadores quantitativos da inovação são linguagens e nesse sentido, estão em relação dialética com a realidade, construindo e cristalizando conceitos, como já mencionado. Não apenas as empresas, mas também os governos medem atividades e não resultados da inovação, na medida em que tomam como normativas (verdades acabadas), a literatura especializada e os indicadores estabelecidos sem proceder a uma reflexão crítica sobre os mesmos.

Nesse contexto, como apresentado por Godin (2008d), o que nos anos 1960 era denominado de política científica, nos anos 1970 se tornou política científica e tecnológica e nos anos 1990, política de inovação.

Em suma, a análise genealógica da categoria inovação realizada por Godin (2002, 2002a, 2004, 2004a, 2004b, 2005, 2006, 2006a, 2007, 2008, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2009,) com ênfase nos conceitos de ciência, de tecnologia, de inovação, P&D, e ainda, nas definições e metodologias para mensurar a inovação, estabelecidas pelos Manuais Frascati e de Oslo, vem mostrar que o estudo da inovação como produto, resultado cedeu lugar ao estudo da inovação como processo, atividade.

Na medida em que esta pesquisa tem por objetivo o estudo da inovação radical, no sentido de Thomas Kuhn, isto é, aquela associada à mudança de um paradigma vigente, o conceito de inovação - tecnológica ou não -, retoma o sentido de mudança tecnológica, conforme apresentado por B. Godin.

A seção 4.3 seguinte mostra a complexidade das questões envolvidas no exame das mudanças tecnológicas ou de um paradigma tecnoeconômico, ocorridas nos últimos anos, e que demanda análises além do estudo das atividades de empresas, conforme Carlota Perez.

4.3 AS REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE ACORDO COM CARLOTA PEREZ

A introdução e o declínio de uma mudança tecnológica ou de um paradigma tecnoeconômico, no dizer de Carlota Perez, não é tão simples quanto a entrada e a obsolescência de um produto. Envolvem múltiplos processos interativos de mudança e adaptação, passando pelo desenvolvimento de outra infra-estrutura, fornecedores especializados, diferentes serviços de manutenção, adaptação cultural pelo pessoal da empresa, de fornecedores, de consumidores, etc., à lógica do novo paradigma tecnoeconômico, pela disponibilidade de novas fontes de recursos financeiros, pelo estabelecimento de regulamentações governamentais, pela necessidade de treinamento especializado e conseqüentes mudanças no sistema

educacional, entre outros impactos - “tecnologias evoluem por revoluções[51]” (PEREZ, 2005, p. xvii)

No período inicial de instalação do novo paradigma, há um crescente desacoplamento entre os contextos tecnoeconômico e sócio-institucional, bem como um desacasalamento interno do sistema econômico entre as tecnologias novas e antigas. O processo de restabelecimento de um acoplamento adequado e de criação de condições próprias para instalação e emprego do novo potencial é complexo, arrastado e socialmente doloroso, segundo Perez, 2005.

Em outras palavras, a infra-estrutura existente criada para dar conta do crescimento decorrente do estabelecimento do conjunto prévio de tecnologias não é mais adequada e assim, a cada mudança de paradigma se estabelece uma nova estrutura sócio-institucional.

Perez (1986) e Freeman e Perez (1988) classificam as inovações em quatro categorias: inovação incremental, inovação radical, mudanças no sistema tecnológico e mudanças no paradigma[52] tecnoeconômico, conforme descritas a seguir.

As inovações incrementais são melhorias sucessivas em processos e produtos existentes; ocorrem continuamente, a taxas variáveis conforme a indústria e conforme o país, na medida em que resultam de uma combinação de pressão da demanda, fatores socioculturais e oportunidades tecnológicas; não são resultantes de P&D deliberado, mas de invenções e melhorias sugeridas por pessoal de produção ou por usuários (*learning-by-doing* e *learning-by-using*); e individualmente não produzem efeitos significativos na indústria, embora o impacto da combinação de inovações incrementais seja muito importante. Aumento na produtividade, eficiência e precisão técnicas de processos, mudanças no produto para melhoria de

---

[51] Analogia às “revoluções científicas” de Thomas Kuhn.

[52] O termo paradigma é utilizado por Perez e por Freeman (e ainda por Dosi) também na forma de uma analogia ao termo paradigma conceituado por Thomas Kuhn (2003, 2003a). Nesse sentido, segundo Perez (2005), o paradigma “define o modelo e o território para a prática inovadora 'normal', prometendo sucesso para aqueles que seguem os princípios encarnados nas indústrias chaves da revolução". (p. 9)

qualidade, redução de custos ou ampliação de usos são características de inovações incrementais (*e.g.* uma vez que o refino catalítico foi introduzido e é conhecido o perfil de consumo de derivados de petróleo, é natural esperar a obtenção de melhorias sucessivas na severidade visando a produção de gasolina em detrimento de derivados mais pesados de menor demanda e de menor preço).

Uma inovação radical não ocorre continuamente; geralmente é resultante de P&D deliberado de uma empresa ou instituição de pesquisa; e leva a crescimento de novos mercados e investimentos, mas tem impacto relativamente pequeno na economia[53]. Como exemplo de inovação radical, os autores citam a televisão, que não apenas introduziu uma indústria de aparelhos de TV, mas também serviços de programação e de transmissão, que por sua vez, ampliaram o escopo da indústria da propaganda. É praticamente impossível uma inovação radical resultar da melhoria de produtos e processos existentes; pois uma inovação radical é por definição um ponto de partida capaz de iniciar um novo curso tecnológico. Por exemplo, o náilon não poderia resultar de melhorias sucessivas em plantas de *rayon* e nem a energia nuclear poderia ser desenvolvida a partir de uma série de inovações em plantas elétricas de combustíveis fósseis.

A mudança no sistema tecnológico significa mudança de longo alcance na tecnologia, afetando diversas indústrias, bem como levando ao aparecimento de novas indústrias. É também resultado de uma combinação de inovações radicais e incrementais, juntamente com inovações organizacionais, que afetam mais de uma ou poucas empresas. Por exemplo, na indústria petroquímica, podem ser identificadas famílias de produtos que mantêm uma determinada relação, mas que são distintas: fibras sintéticas que transformam a indústria têxtil e do vestuário; plásticos, cujo impacto múltiplo como material estrutural gerou novas linhas completas de equipamentos para extrusão, moldagem e corte, reconfigurou a indústria de embalagens, abriu um universo de inovações em produtos descartáveis,

---

[53] De acordo com Freeman e Perez (1988) "durante um período de décadas, as inovações radicais […] podem ter efeitos moderadamente dramáticos na economia, *i.e.*, podem fazer surgir mudanças estruturais, mas em termos de seus impactos no agregado da economia, estes são relativamente pequenos e localizados, a menos que um conjunto (*cluster*) de inovações radicais esteja ligado ao aparecimento de novas indústrias" (p. 46).

e assim por diante. Pode ser identificada “uma lógica” que reúne sucessivas inovações radicais inter-relacionadas em uma trajetória natural comum. Uma vez que essa lógica é estabelecida para o sistema, é possível prever uma crescente sucessão de novos produtos e processos, sendo que cada qual aparece individualmente como uma inovação radical, mas quando colocados no sistema podem ser consideradas como mudança incremental. A série de bens duráveis, feitos de metal ou plástico com um motor elétrico, que começou com o aspirador de pó e com a máquina de lavar, e que parece aproximar a exaustão com o abridor de latas ou faca elétricos se constitui um exemplo de tal lógica.

A mudança no paradigma econômico ou revolução tecnológica é uma constelação de sistemas tecnológicos; influencia o comportamento de toda a economia; cria novas categorias de produtos, serviços, sistemas e indústrias, e impacta quase todas as indústrias; traz consigo muitos conjuntos (*clusters*) de inovações radicais e incrementais; afeta a dinâmica e a estrutura de custos de insumos, e as condições de produção e distribuição no âmbito de todo o sistema, uma vez que as mudanças envolvidas estão muito além das trajetórias tecnológicas de produtos ou processos. A revolução tecnológica leva a uma mudança estrutural profunda e é a raiz de cada fase de prosperidade da economia mundial.

De acordo com Perez (2005), um paradigma tecnoeconômico[54] significa

> um modelo da melhor-prática constituído por um conjunto de princípios tecnológicos e organizacionais genéricos que se propagam e se impõem em todas as partes, e que representa o modo mais efetivo de aplicar uma revolução tecnológica particular e de usá-la para modernizar e rejuvenescer a economia como um todo. Quando genericamente adotados, estes princípios tornam-se o senso-comum subjacente para organizar qualquer atividade e para estruturar qualquer instituição. (PEREZ, 2005, p. 15).

Todas as mudanças, econômicas, culturais e institucionais decorrentes de um novo paradigma tecnoeconômico podem despertar resistência contra sua difusão em diversas esferas, como por exemplo, no caso do uso da energia nuclear por parte de “ambientalistas” e no caso de uma “nova energia” como a fusão a frio, que esbarra nas relações de poder entre empresas e nações.

---

[54] Terminologia também utilizada por Christopher Freeman.

Desse modo, a mudança tecnológica não é um processo apenas decorrente de P&D, engenharia e marketing, mas um complexo processo social e político, que envolve fatores técnicos, econômicos, sociais, institucionais e políticos, em uma rede de interações interdependentes.

Perez (2005) examina o papel do capital produtivo - motivos e comportamentos dos agentes que geram nova riqueza produzindo bens e serviços, e do capital financeiro - critérios e comportamentos dos agentes, seus interesses divergentes e suas interações, com a evolução de paradigmas tecnoeconômicos, tendo como base os estudos sobre os ciclos econômicos longos (40-50 anos), de Nikolai Kondratiev, do início do século XX.

A autora mostra que o mundo experimentou em 230 anos (1971-2001), cinco principais ciclos tecnoeconômicos:

1. a Revolução Industrial - iniciado pela fábrica têxtil em 1771;
2. a Era do Vapor e da Estrada de Ferro - iniciado pelo teste da máquina a vapor ("*Rocket*"), em 1829;
3. a Era do Aço, da Eletricidade e da Engenharia Pesada – iniciado pela siderúrgica Carnegie Bessemer, da Pensilvânia, EUA, em 1875;
4. a Era do Petróleo, do Automóvel e da Produção em Massa - iniciado pelo Ford T, em 1908; e
5. a Era da Informação e Telecomunicação – iniciado pelo microprocessador da Intel, em 1971[55].

De acordo com Perez (2005), uma revolução tecnológica pode ser definida como

> um aglomerado (*cluster*) poderoso e nitidamente visível de tecnologias, produtos e indústrias novos e dinâmicos, capaz de fazer brotar uma perturbação violenta na totalidade do tecido da economia e de propelir um abrupto crescimento de longo prazo no desenvolvimento. É uma constelação fortemente inter-relacionada de inovações tecnológicas, geralmente incluindo um insumo de baixo

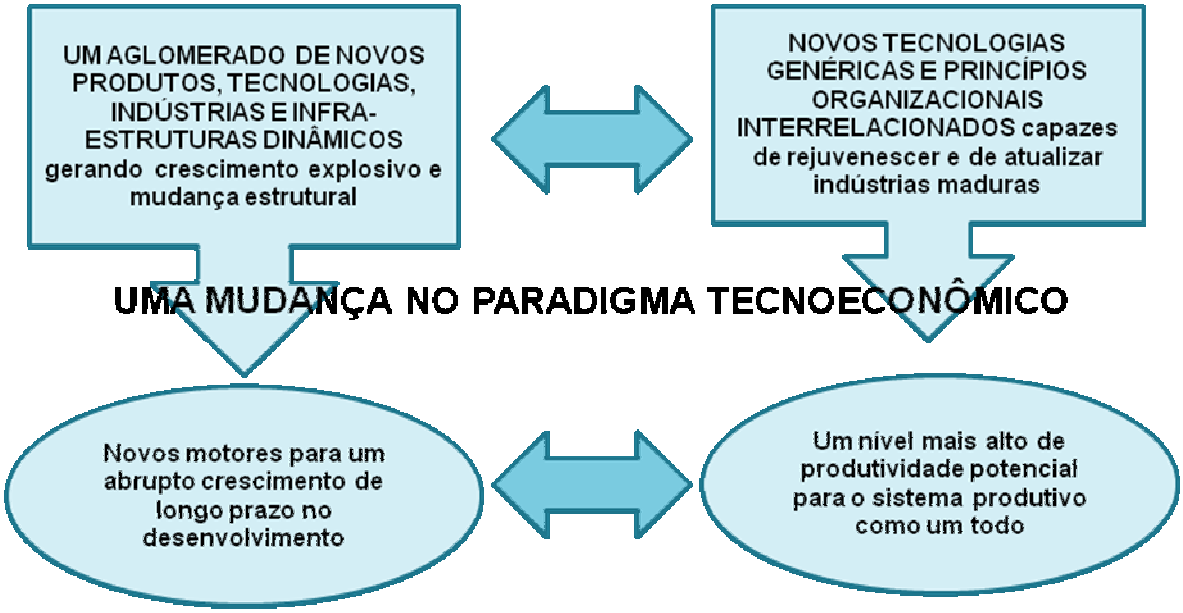
[55] O estudo de Perez (2005) indica os próximos paradigmas (ainda como questão e não como afirmação): 2000?: A era da biotecnologia, nanotecnologia, bioeletrônica? Perez (2008) aponta as TICs - tecnologias de informação e comunicação associadas ao apelo "verde" como iniciadores do próximo ciclo tecnoeconômico, conforme apresentado no Capítulo 7, seção 7.2.

> custo que em tudo se propaga, freqüentemente uma fonte de energia, algumas vezes um material crucial, mais significativos novos produtos e processos e uma nova infra-estrutura. Esta última altera a fronteira em termos de velocidade e de confiabilidade de transportes e comunicações, ao mesmo tempo reduzindo drasticamente seu custo.(PEREZ, 2005, p. 8).

Como destaca Perez (2005), o que garante a terminologia de “revolução tecnológica” é que esses conjuntos de inovações tecnológicas se entranham e se difundem muito além dos limites de suas indústrias de origem. Cada revolução tecnológica fornece uma constelação de tecnologias genéricas e de princípios organizacionais inter-relacionados, que permite e que fomenta um salto “quântico” na produtividade potencial de praticamente todas as atividades econômicas, e que ao mesmo tempo, se torna ideológico, na medida em que estabelece um novo paradigma que dirige as decisões e interações individuais de empreendedores, investidores, pesquisadores, consumidores e gestores públicos e privados.

A Figura 4 seguinte ilustra o exposto (PEREZ, 2005, p. 9)

Figura 4 – A natureza dupla das revoluções tecnológicas, conforme C. Perez



Fonte: Perez (2005), p. 9

Assim, cada uma dessas revoluções tecnológicas ou ciclos tecnológicos foi resultante de uma interdependência sinérgica entre um conjunto de indústrias com uma ou mais redes infra-estruturais e superestruturais. As revoluções tecnológicas

de Carlota Perez parecem não ter como “causa” uma nova invenção ou nova tecnologia, mas são determinadas por uma alteração na conformação de tecnologias e estruturas sociais em escopo amplo, que estabelecem um novo modo institucional, incluídas as inovações que nele se impõem. Mas cabe a pergunta: o que determina esta interdependência sinérgica de inovações que tem como resultado, a instauração de uma revolução tecnológica e a instalação de um novo paradigma tecnoeconômico na nomenclatura de Perez ou de uma inovação radical conforme conceituado nesta pesquisa? No Capítulo 5, seção 5.1 encontra-se discutida esta questão.

Cada uma das cinco eras relacionadas por Perez (2005) passou por quatro fases: irrupção, frenesi, sinergia e maturidade. Na irrupção há a invenção/desenvolvimento do novo paradigma, decadência do paradigma precedente, provavelmente com estagnação econômica e desemprego; no frenesi, há rápida adoção do novo paradigma e investimento financeiro intensivo, freqüentemente levando a excessos irracionais e a bolhas financeiras; na sinergia há a racionalização do novo paradigma e renovação da expansão econômica, depois de uma explosão dos excessos da bolha; na maturidade há saturação e exaustão gradual do potencial da nova ”tecnologia” estabelecendo o estágio para o novo ciclo.

Segundo Perez (2005, 2007), conforme mencionado, os ciclos tecnológicos são determinados pela combinação de inovações radicais e incrementais[56]. Cada produto radicalmente novo, ao ser introduzido é relativamente tosco e há muita experimentação no produto e em seu processo de produção, no mercado e em termos de usuários iniciais. Gradativamente, se consolida uma posição no mercado e podem ser identificadas as principais tendências de sua trajetória. A partir de então, há uma espécie de decolagem para um período de sucessivas melhorias incrementais em qualidade, eficiência, efetividade no custo e outras variáveis, até um determinado limite. Nesse ponto, a tecnologia atinge a maturidade. Perde dinamismo e lucratividade. Dependendo do tipo de produto, esse ciclo pode durar

[56] De certa forma, o ciclo de vida de uma mudança tecnológica descrito por Perez (2005) guarda certa analogia às observações de Abernathy e Utterback (2004), Utterback e Albernathy (1975) e Utterback (2003). Porém em escopo amplo, já que Perez considera as interações entre as diferentes dimensões de uma mudança tecnológica.

meses, anos ou décadas, e pode envolver apenas uma, dezenas ou milhares de empresas. Quando a tecnologia se aproxima da maturidade, sempre há um rearranjo, restando apenas poucos produtores, havendo ainda grande probabilidade de que na maturidade o produto seja substituído por outro ou que a tecnologia seja vendida para produtores mais frágeis com custos mais baixos.

Conforme Perez (2005, 2007), há momentos de descontinuidade e períodos de continuidade ao longo da evolução de cada tecnologia individualmente. Além disso, esse processo de evolução não leva a ondas longas, já que inovações individuais, tanto radicais quanto incrementais estão constantemente sendo desenvolvidas e implementadas em produtos e processos, em diferentes indústrias e em diferentes locais, sendo algumas delas de dimensões maiores, outras menores, e algumas de longa duração e outras de curta duração.

Perez (2005) afirma que as tecnologias evoluem na forma de sistemas, isto é, as tecnologias não são desenvolvidas de forma isolada umas das outras, pois se assim o fosse, a ascensão no ciclo de vida de algumas tecnologias poderia significar a maturidade e o declínio de outras.

Assim, conforme Perez (2005), o impacto abrangente de um novo sistema tecnológico advém da ampla capacidade de adaptação e do caráter múltiplo das inovações constitutivas do sistema. Estas não são meramente tecnológicas. Cada sistema tecnológico traz junto consigo inovações técnicas nos insumos, produtos e processos com inovações organizacionais e de gestão. Ademais, podem induzir importantes mudanças sociais, institucionais e mesmo políticas. Por exemplo, a “constelação tecnológica” da Revolução Verde (Perez, 1986, p. 4) conduziu à monocultura em grandes extensões de terra e induziu mudanças na organização da produção, na distribuição e na estrutura de propriedade.

A dinâmica de evolução dos sistemas tecnológicos é, de certo modo. similar à dinâmica de evolução de tecnologias individuais, onde os sistemas tecnológicos finalmente exaurem seu potencial para crescimento e aprimoramento, e dão lugar a inovações, que serão as fontes de novos sistemas tecnológicos, segundo Perez

(2005). Apesar de não evoluírem de forma linear, apresentando continuidades, descontinuidades e ciclos de vida de duração limitada, como no caso da evolução de uma tecnologia individualmente, os sistemas tecnológicos se desenvolvem interconectados uns aos outros e ao mesmo tempo com o ambiente econômico, cultural e institucional em que se inserem; e portanto, evoluem em ondas longas.

Para Perez (2005), quando um sistema tecnológico atinge a maturidade e perde dinamismo, não apenas as empresas produtoras são obrigadas a enfrentar a mudança, mas também os arranjos sociais e institucionais estabelecidos no âmbito do sistema, mediante um processo longo de luta entre o novo e o antigo, cujo resultado é uma mudança radical nas estruturas envolvidas.

Como apresentado por Perez (2005), a instalação de um sistema tecnológico engloba diversos processos inter-relacionados de mudança e adaptação, geralmente passiva[57]: 1. desenvolvimento de serviços correlatos - infra-estrutura requerida, fornecedores especializados, distribuidores, serviços de manutenção, etc.; 2. adaptação cultural à lógica das tecnologias interconectadas envolvidas – entre engenheiros, gerentes, pessoal de vendas e serviços, consumidores, etc.; 3. estabelecimento de facilitadores institucionais – normas e regulamentações, treinamento especializado, educação, etc.

Além disso, de acordo com Perez (2005) um paradigma tecnoeconômico é construído e se difunde ao longo de três eixos inter-relacionados, que são considerados como uma série de ondas ao longo do tempo:

- como um conjunto de novos sistemas tecnológicos que crescem e se difundem na esfera produtiva, como no caso da indústria microeletrônica, de software e correlatos acoplada à indústria de telecomunicações e seus serviços conexos;
- como um novo modelo de “melhor prática” adaptado às novas tecnologias e capaz de extrair a melhor vantagem de tais tecnologias, dado que esse modelo se difunde no âmbito de todas as indústrias e atividades produtivas, modernizando-as e estabelecendo o senso comum gestor para investimento e

[57] O Capítulo 5 seção 5.1, seguinte, discute a relação de forças entre os agentes envolvidos quando de uma mudança de paradigma sociotecnológico.

inovação, como é o caso do modelo de organização flexível na versão japonesa e outras, fundida com a aplicação consistente de tecnologia da informação; e

- como um conjunto geral de princípios de “senso comum” para desenhos organizacionais e institucionais, que conforma um paradigma tecno-organizacional, como descentralização, melhoria contínua, relacionamento (*networking*), interação entre a organização e seus usuários, construção de consenso, BSC *(Balanced Score Card*), etc.

O Quadro 8 incluído a seguir resume o exposto para cada uma das cinco revoluções tecnológicas, conforme Perez (2005).

Perez, ao examinar as revoluções tecnológicas ou ciclos tecnológicos procurou os princípios econômicos presentes em cada revolução, expressos em termos de explosões de produtividade e de excitação financeira, que conduziram à euforia econômica e a subseqüentes colapsos de confiança. A duração de cada ciclo foi estabelecida tendo como base, as fortes divergências nas taxas de crescimento das indústrias, dos países e das regiões.

Assim, as idéias de Perez (1986, 1986a, 2001, 2004, 2005, 2007, 2008, 2010, 2010a, 2010b) vêm mostrar que uma revolução tecnológica na nomenclatura de Perez ou uma inovação radical conforme definida nesta pesquisa não é apenas decorrente de uma dinâmica interna do processo de inovação, mas também determinada exogenamente, por uma conformação de estruturas econômicas e políticas. Contudo, além dos aspectos analisados por C. Perez, devem ser consideradas as relações de poder existentes entre empresas e nações. Tais relações podem inibir ou induzir o processo de desenvolvimento de uma inovação, especialmente aquela que participa de uma ruptura em um modo institucional.

A reflexão crítica de René Dreifuss, aprofundada na seção 4.4 inserida a seguir, oferece elementos, que reforçam a hipótese da existência de princípios determinantes de uma inovação radical, os quais estão além da capacidade de uma empresa de transformar conhecimento em fonte de vantagem competitiva sustentada.

Quadro 8 – Revoluções Tecnológicas e Paradigmas Tecnoeconômicos, conforme C. Perez

revolução tecnológica/país líder	tecnologias novas e indústrias novas ou redefinidas	infra-estruturas novas ou redefinidas	paradigma tecnoeconômico - "senso-comum" de princípios inovadores
"Revolução Industrial" - Inglaterra	indústria de algodão mecanizada; ferro forjado, maquinário.	canais e aquavias; estradas com barreiras; energia à água (grandes melhorias nos moinhos de água).	plantas de produção, mecanização, produtividade, economia de tempo, fluidez de movimento (ideal para máquinas à água e para transporte aquaviário), redes locais.
Era do Vapor e da Estrada de Ferro - Inglaterra e se espalhando para o continente e para os EUA	motores a vapor (feitos de ferro, carvão como combustível); mineração de carvão e de ferro; construção de ferrovias; produção de esteiras rolantes; energia a vapor para muitas indústrias (inclusive a têxtil).	ferrovias (uso de motor a vapor); serviço de correio universal; telégrafo (principalmente ao longo das linhas de trem); grandes portos, grandes armazéns, navios à vela internacionais, gás urbano.	economias de aglomeração, cidades industriais, mercados nacionais; centros de energia com redes nacionais; escala como progresso; peças estandardizadas, máquinas industriais; energia (vapor) onde necessária, movimentação interdependente (de máquinas e de meios de transporte).
Era do aço, da Eletricidade e da Engenharia Pesada - EUA e Alemanha, suplantando a Inglaterra	aço barato (especialmente Bessemer); desenvolvimento completo do motor a vapor para navios de aço; indústria química e engenharia civil; indústria de equipamentos elétricos; cobre e cabos; alimentos enlatados e engarrafados; papel e embalagens.	navegação internacional em rápidos navios a vapor (uso do Canal de Suez); ferrovias internacionais (uso de aço barato e pinos em tamanho padrão); grandes pontes e túneis; telégrafo internacional; telefone (principalmente nacionalmente); redes elétricas (para iluminação e uso industrial).	estruturas gigantes (aço); plantas com economias de escala, integração vertical; energia distribuída para a indústria (eletricidade); ciência como força produtiva; redes e impérios mundiais (incluindo cartéis); padronização universal, contabilidade de custos para controle e eficiência; grandes escalas para o mercado mundial, "pequeno"é bem-sucedido se local.
Era do petróleo, do automóvel e da produção em massa - EUA e se espalhando para Europa	automóveis produzidos em massa; petróleo barato e combustíveis derivados de petróleo; indústria petroquímica (sintéticos); motores de combustão interna para automóveis, transporte, tratores, aviões, tanques de guerra e eletricidade); aparelhos eletrodomésticos; alimento gelados e congelados.	redes de estradas; autoestradas; portos e aeroportos; redes de tubovias para petróleos; eletricidade universal (industrial e doméstica); telecomunicações internacionais analógicas (telefone, telex, cabograma) com fio e sem fio.	produção em massa, mercados de massa; economias de escala (volume de produto e de mercado), integração horizontal; padronização de produtos; intensividade em energia (baseada em petróleo); materiais sintéticos; especialização funcional, pirâmides hierárquicas; centralização, centros metropolitanos e suburbanização; poderes nacionais; acordo mundiais, confrontações mundiais.
Era da Informação e das Telecomunicações - EUA se espalhando para Europa e Ásia	revolução da informação: produtos microeletrônicos baratos, computadores, software, telecomunicações, instrumentos de controle, biotecnologia e novos materiais (ajudados por computadores).	telecomunicações internacionais digitais (cabo, fibra ótica, rádio e satélite); internet, correio eletrônico e outros serviços eletrônicos; fonte múltipla, uso flexível, redes de eletricidade; ligações de transporte físico de alta velocidade (por terra, ar e água).	Intensividade em informação (microeletrônica - baseada em Tecnologia da Informação e Comunicação; integração descentralizada, estruturas em rede; conhecimento como capital, valor intangível adicionado; heterogeneidade, diversidade, adaptabilidade; segmentação de mercados, proliferação de nichos; economias de escopo e especialização combinada com escala; globalização, interação entre o global e o local; cooperação interna e externa; aglomerados (*clusters*); contato e ação instantâneos; comunicações globais instantâneas.

Fonte: Perez (2005), p. 14 e 18

4.4 AS EMPRESAS E O DESENVOLVIMENTO DAS NAÇÕES CONFORME RENÉ DREIFUSS

Inovações de uma indústria que impactam fortemente outra indústria em diferentes países, o impacto de regulamentações governamentais e políticas, de acordo com o modo de produção da sociedade, bem como a existência de "corporações estratégicas" (Dreifuss, 1998, 2004) que definem as regras do jogo de uma determinada indústria são alguns dos fatores externos responsáveis pelo estabelecimento de uma alternativa tecnológica, especialmente de uma inovação radical.

O estudo de Dreifuss (2004) examina as relações entre empresas de praticamente todas as indústrias[58] e mostra o elevado grau de concentração e inter-relação entre as empresas que ocupam posição de vantagem competitiva intra e inter-indústrias, as quais denomina de "corporações estratégicas", tendo como fio condutor a análise das tecnologias e dos conhecimentos que sustentam essa relação entre empresas. Dreifuss (2004) revela como milhares de empresas transnacionais passaram por processos de fusões sucessivas[59], constituindo e acumulando competências essenciais expressas por um conjunto entrelaçado de conhecimento e tecnologias inovadores.

Segundo Dreifuss (1998, 2004), "corporações estratégicas" são empresas capazes de embutir os seus trunfos, isto é, as facilidades intangíveis de produção que permitem geração de riqueza material, bem como as suas descobertas, nos

---

[58] Cabe lembrar a publicação Guia Interinvest, que nos anos 1980 e 1990, apresentava as relações "capital estrangeiro - capital nacional" nas empresas brasileiras. Parte do estudo de Dreifuss se assemelha a uma significativa ampliação do Guia Interinvest.

[59] Dreifuss (2004) realizou levantamento de fusões e aquisições de empresas e marcas, bem como da participação no mercado de milhares de empresas de diversos países, de diversas indústrias, tais como alimentos, bebidas, fumo, entretenimento, supermercados, publicidade, serviços financeiros, eletroeletrônicos, vestuário, cosméticos, higiene e limpeza, moda, mineração, coleta de lixo, logística, turismo, transporte aéreo, saúde, química, farmacêutica, automotiva, energia, bens de capital, agronegócio, gases industriais, telecomunicações, informática, informação, siderurgia e mídia, no período fins dos anos 1990 - início dos anos 2000.

processos de produção e nos produtos finais de um grande número de sistemas controlados por outros agentes.

Tais empresas, conforme Dreifuss (1998), podem não dispor de matéria-prima, mas sabem o que fazer com ela; podem não ter as instalações produtivas, mas sabem fazê-las funcionarem melhor.

Muitos outros agentes econômicos formam redes organizadas em torno da "competência crucial pluritecnológica" (Dreifuss, 1998, 2004) definida pela corporação estratégica, a partir de sua matriz de saberes científicos e tecnológicos, que atravessa fronteiras nacionais, modifica formas de produzir e de consumir, estabelece comportamentos relacionados à inovação e a investimentos, e altera sistemas de valores e crenças.

Ainda, de acordo com Dreifuss (2004), de modo a fixar o paradigma tecnoeconômico, essas redes complexas são sustentadas por Estados nacionais, onde os governos funcionam como pivôs político-estratégicos no âmbito de uma visão de conjunto sobre os respectivos espaços societários, para manter a dianteira tecnológica e em conseqüência, a posição de vantagem obtida pelas corporações estratégicas e pelo país. Não apenas as políticas públicas, mas os conceitos, os indicadores de resultados, os procedimentos de gestão, as regras de investimento, a estrutura sócio-institucional são estabelecidos de modo a fortalecer e perpetuar o paradigma constituído[60].

Assim, nas palavras de Dreifuss (1998), corporações estratégicas

> são aquelas que se estruturam para manter a capacidade de inovação. Não dependem mais de um pacote tecnológico determinado, pois operam sobre uma matriz de conhecimentos extremamente versátil que lhes permite atuar em áreas diversas. No fundo, essas corporações são fortes não por deter este ou aquele produto, pois todos os produtos têm um tempo de vida limitado. Elas detêm a capacidade, em princípio ilimitada, de criar produtos. (p. 26).

---

[60] A relação dialética entre linguagem e realidade, conforme mencionado em Godin.

No âmbito de tais corporações, a parte mais importante de seu corpo funcional é constituída por “estrategistas” e pesquisadores, capazes de imaginar novidades e de traduzir conhecimentos científicos em tecnologias e em capacidade de produção. Como apresentado por Dreifuss (1998, 2004), seria impossível conceber a produção e a gestão de milhões de empreendimentos independentes sem os produtos resultantes do conhecimento gerado pela Intel ou pela Microsoft. As decisões e ações dessas empresas determinam mudanças capazes de reconfigurar todo o planeta.

Desse modo, as corporações estratégicas não mais funcionam orientadas para uma matriz de produto, como acontecia até a década de 1970. Até o final da década de 1970, as empresas multinacionais estabeleciam suas áreas de atuação pela construção e operação de unidades produtivas de acordo com vantagens obtidas em função da disponibilidade de matérias-primas, mão-de-obra de baixo custo e adequada, incentivos governamentais e proximidade de mercado consumidor, ou seja, com uma atuação congruente à consolidação de um capitalismo produtivo.

Desde o final da década de 1980, ocorreram significativas mudanças pela introdução de um “complexo sistema capacitador de conteúdo” (Dreifuss, 2004), que surgiu como suporte para alterações profundas e radicais na organização produtiva e societária. Tal sistema é viabilizado pela “crescente interação e entronização integradas” (p.36), não somente no processo de busca de conhecimento, mas também em sua expressão nos sistemas de produção e no próprio produto, físico ou virtual, de diversas empresas. Essa interação se tangibiliza por meio de fusões, alianças, *joint-ventures* e absorções, de início em contextos nacionais, mas ao mesmo tempo, projetando-se internacionalmente e afirmando-se como possibilidades e necessidades multinacionais ao se realizarem como transnacionais.

Conforme aponta Dreifuss (2004), as tecnologias inovadoras e conhecimentos emergentes desde o final da década de 1990, configuradas na topografia

socioeconômica dos países desenvolvidos constituem um conjunto entrelaçado, denominado por Dreifuss de “montanhas tecnológicas” ou “tecnobergs”. O “tecnoberg”, termo cunhado por Dreifuss entre 1987 e 1988, é uma analogia às “montanhas de gelo” (*icebergs*), na medida em que “possuem uma massa maior sob a 'superfície econômica', isto é, se nutrem do *embasamento cultural-civilizatório*” (DREIFUSS, 2004, p. 41), e é um acrônimo que reúne as letras iniciais das seguintes “capacitações avançadas”:

- “Teleinfocomputrônica satelital” – tecnologias de comunicação e informação, incluindo a “articulação de saberes e potenciais de pesquisa e análise, como aqueles contidos na elaboração de um Grid” (p.37);
- Engenharia de novas concepções - engloba as sínteses de biomateriais, entre outros, as gelatinas inteligentes, as fibras compostas, as novas cerâmicas e vidros, as novas ligas, as combinações de processos orgânicos e inorgânicos;
- Cognição – “incluindo o conjunto *gnosetecnológico* de apreensão e de um manejo da realidade real e virtual, [...], aplicada ao aprendizado, planejamento, desenho, desenvolvimento e adestramento para a produção, aos assuntos militares e de gestão societária, dentro e fora dos limites nacionais, e à criação de ambientes perceptivos e experimentais com texto e animação” (p. 38-39);
- Nanotecnologia – para a busca de informações sobre o corpo humano e seu contexto, ou armazenamento de arquivos com centenas de informações pessoais;
- Optoeletrônica – incluindo os neurochips;
- Biotecnologia – incluindo bioinformática, biorobótica, conexões com novos materiais, medicamentos inteligentes, próteses;
- Energias alternativas e novas;
- Robótica;
- Genômica; e
- Serviços inteligentes – tecnologias que permitem criar, armazenar, criptografar, recuperar e decodificar, reproduzir e comunicar em tempo real. Incluem “sistemas em realidade virtual e física-presencial, de forma sincrônica ou assincrônica” (p.41).

Os tecnobergs submetem os consumidores a uma alienação tecnológica[61].

> Esses tecnobergs tornam o consumidor – individual, corporativo, ou institucional, apenas um reformulador de práticas do cotidiano, deslocando o cidadão no exercício de sua cidadania, que fica perdida na transfronteirização das decisões e no distanciamento físico e de dimensão midiática, dos centros de poder. Afirma-se um lugar despolitizado do consumidor, tanto perante o produto quanto perante o produtor. Um consumidor que não problematiza a gnoseonomia em gestação, consumindo o cidadão e indiferenciando o público do pretenso modelo. Para isso, tanto o estatal quanto o coletivo são submetidos a uma racionalidade empresarial afastada do debate aberto. Um cidadão consumido no seu *ethos* político se torna objeto de orientação para as decisões mercadológicas da empresa na mesma proporção em que esta é *angehoben*[62] na sua natureza mercantil e reafirmada como agente socioeconômico e entidade que marca, à sua maneira, o cotidiano perante o consumidor e cidadão. (DREIFUSS, 2004, p. 42, 43).

Como mostra Dreifuss (2004), os tecnobergs são empurrados pela ação de grandes corporações e apoio de governos, como condições impostas para manter ou conquistar posição de vantagem competitiva ou de compartilhar os primeiros e segundos lugares.

Os tecnobergs facilitam, exigem e impõem novas formas e sentidos de operação (ação/interação) às empresas de excelência tecnológica, as quais produzem profunda reorganização empresarial, que condicionam novos objetos e formas de pesquisa, informação, comunicação, atendimento, serviços e transporte de bens, pessoas e idéias, estabelecendo conformações para novos sentidos de vida.

A sinergia entre empresas decorrente desse processo é tal, que as empresas

---

[61] Esta é uma analogia ao conceito de alienação desenvolvido pelo pensamento crítico de Karl Marx. Marx entende alienação como a ação pela qual um indivíduo, um grupo ou uma sociedade se torna alheio ou estranho aos resultados de sua própria atividade, à atividade ela mesma, à natureza na qual vivem outros seres humanos e, finalmente a si mesmos (às suas próprias atividades historicamente construídas). Marx, a partir do conceito de alienação de Hegel e de alienação religiosa de Feuerbach, fundamenta a alienação, primeiramente na alienação política, diante do Estado e após, na alienação econômica, diante do trabalho (Marx e Engels, 1977; Mészáros, 2006). Dreifuss (2004) não utiliza a expressão alienação tecnológica.

[62] *Angehoben* é elevado.

> se reconfiguram, no contexto tecnobergiano, aprofundando suas ações, entrelaçando, interagindo e formando redes de produção transnacional, estabelecidas por alianças-em reconfiguração, que se intensificam, ampliam, acabam ou mudam de conteúdo (DREIFUSS, 2004, p. 43).

Esse mundo de tecnobergs leva a um comércio intracorporativo e interempresarial – internacional, multinacional e transnacional, estimulando a dimensão sinergética e determinando possibilidades que a gestão de tecnologia e de ciência postula.

Nesse sentido, os tecnobergs delineiam os elementos constitutivos de um novo modo de produção e de novas organizações sociais da produção, ambos sinergicamente transnacionalizados em realização global. Além disso,

> redefinem a posição dos países nas diversas equações, e reformulam suas relações, as quais passam a ser pautadas pelas intensas e abrangentes inovações científicas, pela aceleração tecnológica, pela rapidíssima tradução do novo conhecimento científico em saltos tecnológicos, cada vez maiores, mais complexos, em menor tempo. (DREIFUSS, 2004, p. 44).

Os tecnobergs, como apresentado por Dreifuss (2004), são formados por processos de fusões e aquisições sucessivas de milhares de empresas transnacionais, que permitem que as empresas resultantes, isto é, as corporações estratégicas atuem em várias indústrias, incluindo mídia, entretenimento e serviços financeiros, e ainda, determinando as atividades de pesquisa científica e tecnológica.

Como decorrência, as corporações estratégicas tornam-se muito mais ágeis e acelera-se a concentração do capital. Em quase todas as áreas, faz-se presente uma economia oligopolizada em escala internacional: “Três, quatro, cinco corporações controlam 50% a 60% do mercado. Quando observamos oito corporações, passamos a 80%, às vezes 100%” [63] (DREIFUSS, 1998, p. 28).

---

[63] Este grau de concentração se refere ao estudo de Dreifuss de 1998; muito provavelmente, nos dias atuais (2011), esta concentração é ainda maior.

Segundo Dreifuss (1998, 2004), essa concentração do capital acarreta uma nova divisão do trabalho em escala mundial, constituindo-se em uma divisão do saber, que se expressa também em termos territoriais. Como apresentado por Furtado (1998) “a globalização é um fenômeno antes de tudo financeiro, mas também se manifesta no nível dos sistemas de produção, que estão se interligando. Hoje, as empresas de maior porte projetam sua divisão de trabalho em escala planetária” (p. 15). Para Dreifuss (2004), a globalização “se refere a um sistema produtivo, financeiro e comercial estruturado por concentração (distribuição e apropriação da riqueza geral) baseada em uma multiplicidade de processos interativos (sinergias, coalizões, alianças) com formas inovadoras” (p. 258).

Nesse sentido, mais do que um fenômeno, a globalização designa, segundo Dreifuss (2004), um conjunto de processos e acontecimentos mutuamente implicados, que pertencem aos contextos da pesquisa científica, do desenvolvimento e da aplicação tecnológica, da produção, da administração, da comercialização e do consumo. Desse modo, a globalização se refere à dinâmica da economia, que se desdobra na sociedade, se expressa na cultura, marca a política e conseqüentemente condiciona a governabilidade nacional e a gestão supranacional, "desmontando inclusive Estados em nome da incompatibilidade com a Nova Ordem Transnacional" (DREIFUSS, 2004, p. 262).

Pelo alcance planetário, a globalização tem grande parcela de riqueza gerada nas ações intra-empresariais (venda das empresas matrizes a suas filiais externas, vendas das filiais externas às empresas matrizes e vendas das filiais de um país a outras da mesma corporação atuando no exterior) e interempresariais, estas articuladas por um conjunto de redes privadas, configuradas e dirigidas pelas corporações estratégicas e por redes transnacionais. Além disso, estrutura-se sobre um sistema financeiro também transnacionalizado, sustentado pelo sistema bancário, fundos de pensão, fundos de investimento e seguradoras, movimentando recursos financeiros de grandeza superior a muitos PIBs nacionais, conforme Dreifuss (2004) apresenta.

Dreifuss (2004) indica que a nova configuração econômica é erguida sobre transações intra-empresariais, que tecem significativas redes científico-tecnológicas, financeiras e produtivas. Dentre uma miríade de exemplos, o autor mostra que as poucas empresas que atuam na indústria automobilística, em pleno processo de concentração,[64] funcionam de forma totalmente entrelaçada, quase um resumo da cooperação competitiva transnacional, na medida em que essa indústria é "estruturada e (integrada) através de alianças que viabilizam parcerias de P&D e de produção, empreendimentos conjuntos e investimentos cruzados, e acordos de fornecimento para montagem, comercialização e distribuição" (p. 265).

Ainda no âmbito da indústria automobilística, tomando o caso da aliança entre a General Motors (GM) e a Fiat, dentre os diversos exemplos examinados por Dreifuss (2004), é possível observar a teia de inter-relações entre empresas e grupos, conforme apresentado nos parágrafos seguintes.

Em 2004, a GM é a maior montadora do mundo[65] (durante cerca de setenta (70) anos até 2007, ultrapassada pela Toyota em 2008); possui plantas produtoras em trinta (30) países e é detentora das marcas Chevrolet, Pontiac, Buick, Oldsmobile, Cadillac, GMC, Saturn, Hummer, Vauxhall e Holden.

Na Europa, a GM absorveu a Opel alemã e a britânica Vauxhall; adquiriu a empresa Lotus (da Bugatti Internacional) e controla, desde 1989, 50% da Saab Scania da Suécia; adquiriu uma montadora da Romênia e o controle majoritário da FSO polonesa, e ainda 65% do grupo austríaco Steyr-Daimler-Puch (participação comprada pela Daewoo em 1995); e criou uma *joint-venture* com a britânica LDV (nascida do grupo holandês DAF) para a produção de vans. A GM criou

---

[64] Dreifuss (2004) indica que das cinqüenta (50) empresas independentes atuando internacionalmente em 1964, restaram pouco mais de vinte (20) e das cerca de quarenta (40) européias, apenas sete (7). (Dados de 1997).
[65] Posição expressa em vendas

empreendimentos conjuntos com a empresa húngara Raba, onde tem acesso à Opel-Hungria, tendo realizado uma *joint-venture* com a Renault para produção de vans.

Na Ásia, A GM detém 49% da Isuzu Motors, empresa produtora exclusiva de motores a diesel para a GM e subsidiárias, bem como responsável por projetos para veículos comerciais, tais como minivans, ônibus e caminhões; tem participações na Malásia por meio da Perusahaan Otomobil Nasional Bhd ou Proton, maior produtora de carros da Malásia e terceira montadora da China; participa em 20% da Fuji Heavy Industries, produtora da marca Subaru, que por sua vez efetivou acordo com a Suzuki Motor, englobando troca de posição acionária. Em conjunto com bancos coreanos investiu na Daewoo Motor, e por meio do Daiwoo Group investiu na República Tcheca, Hungria, Polônia (onde empreendeu a Daiwoo Motor Polska), Romênia, Rússia, Eslováquia e Ucrânia, adquiriu o controle da coreana Ssanguong Motor, fabricante de veículos esportivos. A GM tem ainda parcerias operacionais com a japonesa Toyota, distribuindo pela rede Yanase do Japão e com a Commerce One Inc, que desenvolve *software* de integração fornecedores-compradores via *web*, com objetivo de aprimorar sua rede de compras de materiais e peças. Na Índia, por meio da empresa Maruti Udyog, controla 50% do mercado em parceria com o governo indiano.

Em 2000, a GM adquiriu 20% da italiana Fiat (automóveis e caminhões), controlada majoritariamente pelo grupo da família Agnelli e por outras empresas, dentre as quais a estatal líbia Libyan Arab Foreign Investment (Lafico), que por sua vez também investe no Banco di Roma, quarto maior banco da Itália, bem como é acionista do time de futebol Juventus de Turin, Italia[66]. Por meio da Iveco, resultante da consolidação dos negócios das empresas italianas, Fiat, OM e Lancia Veicoli Speciale, da francesa Unic, da alemã Magirus-Deutz, da espanhola Pegasus e da inglesa Pegasus Ford, a Fiat tem operações de veículos comerciais em mais de cem

---

[66] O dirigente líbio Kadhafi tornou-se o segundo maior acionista do Juventus, por meio da estatal da Líbia.

países, da Austrália à Argentina. Em 1998, foi criada a maior empresa construtora de ônibus da Europa pela Iveco e Renault, sendo que em 1999, a Iveco comprou a Fraikin francesa, que atua em leasing de caminhões. As parcerias de produção da Fiat incluem, além da Iveco, a Lancia (Itália), a VAZ (Rússia), a Somaca (estatal marroquina), a Pegasus (Espanha), a Premier (Índia) e a Mekong (Vietnã). A Fiat possui montadoras na Argentina, México, Brasil, África do Sul, Turquia e Polônia. Em 2002, a Fiat vendeu 34% da Ferrari para um consórcio de bancos italianos e estrangeiros liderado pelo maior banco de investimento da Itália (Mediabanca).

Além disso, a Fiat é a principal detentora do fabricante de autopeças Magneti Marelli, que em 1990 empreendeu *joint-venture* com a empresa japonesa Denso, maior fornecedora de sistemas de ar condicionado para automóveis. Em 1994, a Fiat, a Magneti Marelli e a Gilardini se fundiram criando uma única empresa com cinqüenta plantas de produção em todo o mundo. Em 1998, a Magneti Marelli Holding, em conjunto com a Magneti Marelli Iberica e com a alemã Mahle, assumiram o controle acionário da brasileira Cofap, líder na oferta de amortecedores e molas. A Magneti Marelli se especializou em tecnologias de motores avançados e inventou uma tecnologia para injeção de motores a diesel, que foi responsável pelo ressurgimento dos motores a diesel, bem como, lançou a primeira transmissão manual sem embreagem (para o Alfa Romeo 156).

A Fiat controla ainda, a empresa de robótica Comau, fornecedora de sistemas de automação industrial e de serviços de manutenção para a indústria automobilística. Em 1999, a Fiat, por meio de um consórcio, adquiriu participação na empresa chinesa Yejin Motor Corp. para produção de veículos leves, que por sua vez possui consórcios operacionais com a divisão de caminhões da Iveco e com a divisão de produtos metalúrgicos Teksid, ambas da Fiat. Em 2002, vendeu sua parcela de 40% no capital em uma seguradora de carros para a Assicurazioni Generali SpA. Além disso, a Fiat e a GM têm parcerias para o financiamento de automóveis ao consumidor.

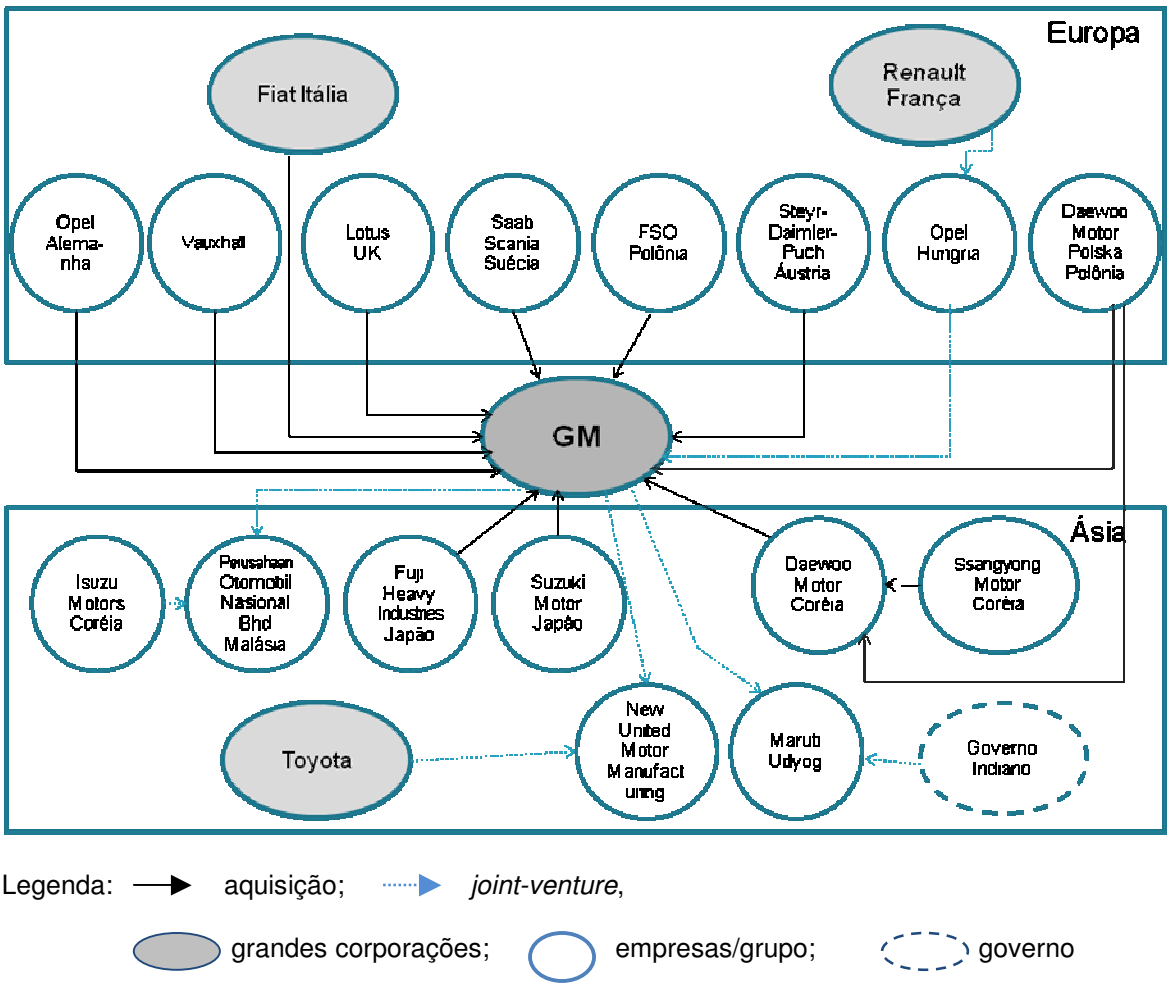
A Figura 5 incluída a seguir, ilustra o exposto, conforme Dreifuss (2004).

Especificamente, no que concerne a P&D, Dreifuss (2004) aponta que nos Estados Unidos, a General Motors empreende P&D com a Ford e a Chrysler; e a Fiat com a Mercedes, Peugeot-Citroën, Renault, BMW, Volkswagen, Porsche, Matra, Volvo e Rover, assim como firmou acordos de engenharia e capacitação com a Steyr-Daimler-Puch (dados do início dos anos 2000).

A ação dos Estados assume relevante papel, uma vez que torna disponíveis recursos e oferece mecanismos de articulação, estimulando as corporações estratégicas sediadas em seus territórios. Conforme Santos (1998), os Estados produzem "espaços luminosos" atrativos para empresas globais, na medida em que investem recursos em infra-estrutura visando atrair tais empresas a se instalarem nesses locais, recursos estes por vezes negados a outros agentes da sociedade[67].

[67] A política científica e tecnológica brasileira, expressa por programas da Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, empresa vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia, direcionados à inovação na indústria com base em renováveis, ilustra a ação do Estado brasileiro corroborando (ainda que não intencionalmente) essa afirmação de Santos (1998).

Figura 5 – Inter-relações automobilísticas, conforme R. Dreifuss



Legenda: aquisição; *joint-venture*,

grandes corporações; empresas/grupo; governo

Fonte: Dreifuss (2004), p. 390, 391.

Desse modo, como afirma Dreifuss (1998, 2004) os dois protagonistas principais do processo de globalização são as corporações estratégicas e os Estados nacionais, representados respectivamente pelas cerca de 30.000 empresas que ocupam o centro de uma rede maior que comercializa produtos entre si e pelos cerca de 30 governos, cujos instrumentos de poder passam pela capacidade política estabelecida a partir de uma presença prévia, pela capacidade militar, pela influência cultural e pela força econômica. “Os dois protagonistas andam juntos: as corporações estratégicas nascem e se desenvolvem dentro de países cujos Estados nacionais sustentam essa rede complexa” (DREIFUSS, 1998, p. 29).

Assim, conforme Dreifuss (2004, 1998), as corporações estratégicas são capazes de transformar países em desenvolvimento em plataformas terceirizadas de produção e comercialização, que competem com base nos níveis de capacidades tecnológicas que conseguem alcançar e de seus desdobramentos. Com efeito, o reposicionamento asiático no sistema de produção e consumo mundial mostra a presença nesse continente, de diversas "corporações estratégicas". Muitos produtos consumidos mundialmente somente podem ser produzidos em países da Ásia, como Japão, China e Coréia, que “emparelharam” do ponto de vista tecnológico e que desenvolvem projetos científicos e tecnológicos próprios. Como mencionado por Dreifuss (1998), a Sansung, por exemplo, que era um entreposto comercial de arroz em 1938, tornou-se uma indústria aeroespacial não por acaso ou pelo livre jogo das forças de mercado. No Brasil, não há atores globais capazes de criar matrizes de conhecimento, acervos tecnológicos e parques industriais, e nem estratégias nesse sentido, de acordo com Dreifuss (1998).

Dreifuss (2004) sustenta que uma nova forma de dominação vem se impondo “sorrateiramente”, com objetivo de promover a aceitação “natural” dos novos padrões estabelecidos por aqueles que detêm o poder; e vem constituindo um novo modo de produção pós-capitalista, denominado por Dreifuss, de “modo de produção global”.

O que é natural é apropriado pelas corporações estratégicas, de modo que somente as corporações estratégicas são capazes de fornecer a melhor solução para o mercado, e essa solução passa ser a natural, a única que satisfaz o mercado. Por exemplo, se existe uma necessidade de comunicação sem fio, o aparelho celular passa a ser a melhor opção para suprir esta necessidade. Não importa o preço, a emissão de microondas prejudicial à saúde, o incômodo causado pelo uso do aparelho em locais públicos. A “nova” necessidade de comunicação instantânea em qualquer local somente poderá ser atendida pelo uso do celular de “última geração tecnológica”, que é fornecido pelas corporações estratégicas. A existência daquilo

que Dreifuss designou como "montanhas tecnológicas" ("tecnobergs") é que permite esse processo. As montanhas tecnológicas possibilitam o exercício do poder das corporações estratégicas e ao mesmo tempo, são regidas pelas próprias corporações estratégicas, segundo Dreifuss (1998, 2004).

O que Dreifuss denomina globalização é ação das "corporações estratégicas" e dos "tecnobergs" subjacentes, que se traduz em oferta e ao mesmo tempo demanda de produtos, serviços e conhecimento, na medida em que responde à necessidade e ao desejo de expansão de mercado manifestada por qualquer empresa e pelo “mercado consumidor”. Na visada de Dreifuss, a “globalização” se torna sujeito da ação e ao mesmo tempo resultado da ação, significando a atuação das próprias corporações estratégicas com “consentimento” dos governos nacionais. A globalização é causa e ao mesmo tempo efeito, determinante e simultaneamente determinada, pela atuação das corporações estratégicas.

Segundo Dreifuss (2004), a globalização ou atuação das corporações estratégicas exige uma planetarização das políticas públicas, dos métodos de gestão, das regras e normas para fazer funcionar os sistemas de produção e de consumo transnacionalizados, tornando incompatível e modificando os comportamentos dos diversos sistemas societários e estatais em relação às necessidades do sistema produtivo global que eles próprios engendram. Em decorrência, há significativos rearranjos e rearticulações políticas, militares, culturais e institucionais, transformado as entidades nacionais. Assim,

> onde se fomenta o “alargamento” da base produtiva e da cobertura de consumo dos países centrais na orientação política e cultural, que são indutores deste processo de conhecimento e produção, é lançada uma ofensiva ideológica, política e econômica, que além de servir como base de barganha das “alianças estratégicas”, proclama o fim das políticas nacionais, tanto econômicas quanto culturais. (DREIFUSS, 2004, p. 263).

Em suma, Dreifuss mostra a existência de sistemas e estruturas tecnológicos, econômicos, políticos e culturais, que de formas diversas sustentam as redes

tecnoeconômicas, estimulando a indiferenciação de idéias, costumes, e padrões de comportamento e consumo; alimentando simultaneamente a mundialização e a globalização, bem como servindo de base para a criação e manutenção de paradigmas “sociotecnoeconômicos”, e nesse sentido, inibindo uma inovação potencialmente radical, especialmente em países em desenvolvimento.

Nesse contexto, o desenvolvimento e estabelecimento de inovações radicais (ou de revoluções e paradigmas tecnoeconômicos na voz de Perez) se constituem em questões complexas, as quais devem ser examinadas por uma abordagem sistêmica, que dê conta de trabalhar as diferentes dimensões envolvidas nesse processo, principalmente as dimensões que se expressam “virtualmente”.

A seção 4.5 seguinte trata dos fundamentos da abordagem estruturalista mediante considerações acerca do conceito de estrutura, típica de estudos no domínio das Ciências Humanas/Sociais, e no âmbito da qual foi concebido o modelo analítico para examinar inovações radicais proposto por esta pesquisa.

4.5 FUNDAMENTOS DA ABORDAGEM ESTRUTURALISTA

Nas leituras críticas e filosóficas dos anos 1960, a maioria dos autores se recusa a definir um conceito específico ou disciplina estruturalista. Diversas formas de estruturalismo nas ciências humanas e sociais descrevem disciplinaridades distintas - ainda que estas venham a ser convergentes em função de diferentes análises críticas e epistemológicas, análises que permanecem até os dias atuais.

O que há em comum nestas disciplinaridades é a descoberta de uma unidade irredutível nos conjuntos sociais de língua, costumes, nacionalidade, crenças, valores e mitos, que não permite que os costumes e interesses dos elementos conjuntos sociais sejam compreendidos isoladamente, de forma utilitária, sem se recorrer a um sentido dado inicialmente pela unidade do conjunto.

Como conseqüência desta identidade inicial indivisível, certos símbolos (enquanto valores, crenças) parecem funcionar como expressões eficientes de coesão social e de significação social. Estes símbolos eficientes nos sistemas sociais não podem ser reduzidos às explicações utilitárias ou funcionais. É como se tivessem uma vida própria, acima das consciências individuais, dando sentido às funções sociais. Como parte da análise, estas significações primárias na vida de uma sociedade aparecem de modo tácito ou inconsciente, podendo ser reveladas na forma de compreensões teóricas, por exemplo, nas sociedades arcaicas estudadas pelos etnólogos.

Como modelo teórico, é a Lingüística desenvolvida ao final do séc. XIX, pelo pensamento pioneiro do lingüista suíço Ferdinand de Saussure (1857-1913), que inspira uma sucessão de revisões nas Ciências Humanas/Sociais, as quais vieram a ser reconhecidas como uma corrente filosófica "estruturalista", ainda que esta definição não seja específica, como mencionado.

De acordo com Benveniste (1971), Saussure demonstrou que o conjunto das articulações de uma língua constitui um sistema em que todos seus elementos estão em estreita dependência uns dos outros, ou seja, cada língua forma um sistema onde as partes se inter-relacionam.

> Fatos e fenômenos se governam uns aos outros, e não podem ocorrer nem isolados, nem ser contraditórios [...]. Não existe mudança fonética isolada [...]. Por conseguinte, se se produzir uma modificação em uma parte do sistema, é provável que todo o sistema seja alterado, porque lhe é necessário manter sua coerência. (GRAMMONT *apud* BENVENISTE, 1971, p. 25-26).

Algumas sentenças da obra póstuma de Saussure - Curso de Lingüística Geral[68], compilada por alguns de seus alunos e publicada em 1916, pelos lingüistas Ch. Bally

---

[68] A obra Curso de Lingüistica Geral foi escrita a partir de notas de aula de três cursos ministrados por Saussure, na Universidade de Genebra, entre 1906 e 1911. Diversos pesquisadores (*e.g.*, Tullio de Mauro), compararam a referida obra com as fontes manuscritas revelando aspectos mal-compreendidos. Apesar de conter interpretações distorcidas do pensamento de Saussure, o conteúdo do Curso de Lingüística Geral é considerado como uma das mais importantes revoluções teóricas do séc. XX. Saussure abre uma nova perspectiva teórica nas ciências humanas: a perspectiva

e A. Sechehaye, dão exemplo claro da compreensão de Saussure de um sistema integrado nas línguas nacionais:

> A língua é um sistema que apenas conhece sua ordem própria.[69] (SAUSSURE *apud* BENVENISTE, 1971, p. 24).
> A língua é um sistema cujas partes podem e devem ser todas consideradas em sua solidariedade sincrônica.[70] (SAUSSURE *apud* BENVENISTE, 1971, p. 24).
> É uma grande ilusão considerar um termo simplesmente como a união de um certo som com um certo conceito. Defini-lo assim seria isolá-lo do sistema de que faz parte; seria crer que se pode começar pelos termos e construir o sistema somando-os; pelo contrário, deve-se partir do todo solidário para obter, por análise, os elementos que ele engloba. (SAUSSURE *apud* BENVENISTE, 1971, p. 24).

Assim, a língua de todo um povo, considerado a cada momento, é uma estrutura viva coletiva. Esta estrutura é uma unidade que se preserva, enquanto se diferencia internamente segundo uma série de complementaridades e oposições próprias, a partir da quais, como fonemas significantes, a língua se constitui e se atualiza pelos indivíduos falantes[71].

A idéia de um sistema que, além de ter todas suas partes articuladas, é capaz de manter sua unidade e sua coerência ao longo de modificações no tempo, como se fosse possuído por uma coesão interna, exemplifica de modo claro, a diferença

---

semiológica (ou das diferenças). A teoria concebida por Saussure foi aplicada por Claude Lévi-Strauss, aconselhado por Roman Jakobson (1896-1982, lingüista russo, que desenvolveu a teoria saussuriana), para estudar sociedades arcaicas, fundando a Antropologia atual.

[69] Vale notar que para Saussure, a autonomia da língua em relação a ordens externas não é absoluta, uma vez que o que dá vida ao sistema é, em última análise, o social - "O sistema de signos é feito para a coletividade, como um navio é feito para o mar" (SAUSSURE *apud* JARDIM ANDRADE, 2000, p. 73).

[70] Cabe também observar que, apesar de Saussure afirmar o primado sincrônico no estudo da linguagem, o pensador não afasta a perspectiva diacrônica em sua teoria. "O 'eixo das simultaneidades' é ininteligível fora do 'eixo das sucessões' e vice-versa." (JARDIM ANDRADE, 2000, p. 117).

[71] Como apresentado por Jardim Andrade (1994), o caráter sistêmico da língua impôs à lingüística uma atitude sistemática. Tal postura metodológica se manifesta de dois modos: além da exigência de se partir sempre do todo para se obter, por análise, os elementos que ela encerra, deve ser priorizado o estado de língua, *i.e.*, "um espaço de tempo mais ou menos longo, durante o qual a soma da modificação é mínima" (SAUSSURE *apud* JARDIM ANDRADE, 1994) sobre a evolução do sistema. A noção de estado de língua é importante para caracterizar que uma conformação estrutural não é dada a cada instante, mas prevalece durante certo período de tempo suficientemente longo. Além disso, assinala que uma configuração estrutural pode ser alterada e transformar-se em outro arranjo, conforme será tratado na Parte VI - Estudo de Caso.

evolutiva do conceito mais simples de Sistema, para o mais complexo de Estrutura, ou seja, da idéia de um conjunto algébrico de elementos para a de um conjunto coeso de elementos.

De Spencer a Dilthey, nos diversos escritos tanto no campo das ciências naturais quanto das ciências humanas, na transição do séc. XIX para o XX, variantes desta diferenciação entre sistema e estrutura vão surgindo segundo os autores e suas pesquisas empíricas. Essas análises teóricas, portanto epistemológicas, dão surgimento a diferentes disciplinaridades. Em outras palavras, nas Ciências Humanas/Sociais, algumas das mais importantes disciplinas de modelo estruturalista se definem, cada qual segundo uma genealogia e um histórico próprios.

Segundo Bastide (1971), é Herbert Spencer (1820-1903) quem mostra o primeiro itinerário do termo "estrutura", aquele "que vai da biologia à sociologia". Spencer, contudo,

> não confunde, o organismo social com o organismo biológico, mas, pelo contrário, insiste em suas diferenças. Porém, nem por isto deixa ele de ter tomado da biologia a expressão estruturas sociais, achando-se ela, dessa maneira, envolta na aura organicística. (BASTIDE, 1971, p. 3)

Igualmente, as contribuições apresentadas por Saussure à disciplina da Lingüística, como citado, vieram a consolidar este modelo interpretativo reconhecido pelos diversos autores como "estruturalista", ainda que, para Saussure, seu próprio conceito fosse o de um "sistema solidário" de diferenças, oposições e complementaridades, não havendo utilizado o termo "estrutura".

A primeira fórmula e mais geral de compreensão estruturalista se define como gestaltismo. Qualquer análise que procure compreender uma forma unificada inicial - gestalt, que permita explicar e descrever o sentido e a dinâmica dos elementos que estejam articulados sob esta forma, será dada como estruturalismo ou gestaltismo.

Aplicando o modelo teórico de Saussure e atualizando as análises antropológicas de Marcel Mauss (1872-195), Claude Lévi-Strauss (1908-2009) desenvolveu uma nova disciplinaridade estruturalista na Antropologia, que veio a ganhar reconhecimento e notoriedade nos anos 1960[72]. Para Lévi-Strauss (1974), a Lingüística ocupa um "lugar excepcional" (p.43) no conjunto das chamadas Ciências Humanas; é a única disciplina de tais ciências, que merece o nome de ciência, e por conseguinte, deve servir de guia a todas as pesquisas no domínio social.

Ao final do séc. XIX, a argumentação até aqui exposta nesta seção tem seu correlato na história do pensamento antropológico, que evolui do princípio funcionalista para um princípio estruturalista. Conforme as leituras materialistas e de evolucionismo darwinista deste período, o funcionamento de um sistema social no sentido utilitarista, a partir da consideração da sobrevivência, era admitido como toda a explicação científica desejada[73].

O funcionalismo busca examinar os fatos culturais (familiares, religiosos, jurídicos, estéticos) ligados uns aos outros, ou seja, busca analisar como funciona um sistema cultural como um todo. Um dos representantes desta escola, A. R. Radcliffe-Brown (1881-1955) emprega o termo "estrutura social" para designar a "idéia - ou hipótese de trabalho - segundo a qual os diferentes elementos institucionais de uma sociedade são ordenados como partes em relação a um todo" (RADCLIFFE-

---

[72] Cabe observar que, o termo estruturalismo passou a ser empregado indiscriminadamente na Academia, no Jornalismo, na Adminstração - não apenas nas leituras já mencionadas, mas ainda em outra série de interpretações e leituras que não pertenceriam de direito a esta definição.

[73] No séc. XIX, as pesquisas antropológicas se desenvolveram ao longo de dois eixos principais: um histórico e outro a-histórico, conforme exposto por Jardim Andrade (2000). No primeiro eixo, encontram-se o evolucionismo e o difusionismo, e no segundo, o funcionalismo e o estruturalismo. No evolucionismo e no difusionismo, a análise não considera o funcionamento dos elementos que compõem uma cultura no contexto da vida social. No evolucionismo, a evolução cultural é uma ordem linear de etapas, que são essencialmente as mesmas em todas as regiões do mundo. O difusionismo explica as semelhanças culturais entre sociedades distintas pela difusão de elementos e estuda os costumes, por exemplo, em relação à cultura da sociedade que os pratica. No funcionalismo e no estruturalismo, o interesse principal é examinar o modo pelo qual uma sociedade, concebida como um conjunto mais ou menos integrado, funciona, ou seja, trata-se de estudar as relações sociais para determinar as funções e a estrutura.

BROWN *apud* JARDIM ANDRADE, 2000, p. 334). Para Radcliffe-Brown, estrutura social

> concerne ao arranjo de partes ou componentes ligadas umas às outras em uma espécie de unidade superior (...). Na estrutura social os componentes fundamentais são seres humanos concebidos como atores da vida social, quer dizer, como pessoas, e a estrutura consiste no arranjo de pessoas se relacionando umas às outras (RADCLIFFE-BROWN *apud* JARDIM ANDRADE, 2000, p. 334).

Contudo, a perspectiva funcionalista, incluindo os estudos de Radcliffe-Brown, concebe esta unidade superior como um resultado apenas, e não parte dela para obter por análise a identidade dos elementos que ela engloba.

Buscando elaborar mais a teoria[74], Lévi-Strauss afirma que o

> princípio fundamental é que a noção de estrutura social não se relaciona à realidade empírica, mas aos modelos construídos a partir desta. Assim aparece a diferença entre duas noções tão vizinhas que são freqüentemente confundidas; quero dizer, aquela de **estrutura social** e aquela de **relações sociais**. As **relações sociais** são a matéria-prima para a construção de modelos que tornam manifesta a **estrutura social**, ela-mesma. (LÉVI-STRAUSS, 1974, p.331-332).

A estrutura assim seria mais que uma forma física articulada, ela designa a forma inicial significante. Esta forma é obtida por uma inferência, ao se observar o sistema social, e teria a característica de uma matriz algébrica. A partir das estruturas prévias de significação, podem os estudiosos compreender o funcionamento das sociedades, enquanto sistemas físicos regrados[75].

---

[74] Enquanto os estudos de Marcel Mauss pretendiam elaborar uma teoria sociológica do simbolismo, os estudos de Lévi-Strauss tratavam de determinar a origem simbólica da sociedade, conforme apresenta Jardim Andrade (2009).

[75] Jardim Andrade (2000) apresenta os conceitos de função e estrutura no discurso de Lévi-Strauss. Criticando Malinovsiki (representante da escola funcionalista), Lévi-Strauss ressalta que enquanto Mauss considerava uma relação constante entre os fenômenos sociais, Malinovski pergunta para que servem, ou seja, Mauss concebia a função como um modelo algébrico, que guardava uma interdependência e uma equivalência dos elementos sociais, e Malinovski adotava um "empirismo *naïf*", segundo o qual a função exprimia sempre a satisfação de uma necessidade. A partir do conceito de função de Mauss, Lévi-Strauss elabora sua teoria.

Em uma leitura que se afasta da orientação "formalística e axiomática" (GURVITCH, 1971, p. 118) presente em alguns estudos de Lévi-Strauss[76] outros autores, principalmente na tradição da sociologia de orientação marxista, vêem as estruturas de significação social como tendo realidade concreta, e não apenas correspondendo a modelos matemáticos. Tomando-se como exemplo a teoria crítica da ideologia em Marx (como uma superestrutura, conforme exposto adiante), é possível se estabelecer uma generalização que reconhece em determinados símbolos e crenças cristalizados no tempo, uma função eficiente de amalgamar, unificar, manter coeso o tecido ou o sistema social. Estas estruturas, além de significantes[77] seriam significativas, sendo dadas objetivamente na forma de crenças, valores e mitos, que permitem a constituição e perpetuação da nação, do estado, dos costumes. Nesse sentido, corresponderiam à identidade de um povo ou nação. Estas estruturas (identitárias, eficientes) finalmente, estariam em uma dialética de esclarecimento entre formas inconscientes e formas explícitas, ideológicas, críticas.

---

[76] Vale observar que Lévi-Strauss parece apresentar em sua obra estruturalismos de diferentes graus de complexidade, transitando da forma pura abstrata (diagramas e simetrias) para o formalismo (formas latentes), e do formalismo para a sociologia concreta marxista - para a qual a ideologia e os valores são reificados como objetos ou produtos humanos históricos. Muitas vezes seus escritos repondem a pensadores que criticam questões específicas de sua obra. O sociólogo Gurvitch polemizou com Lévi-Strauss, criticando seu modelo formalista enquanto "idealista", que vê nas estruturas apenas uma "abstração útil"; enquanto este criticava em Gurvitch, seu realismo estruturalista. (GURVITCH, 1971, p.118-120).

[77] Partindo da leitura de Lévi Strauss, Foucault faz uma análise que pretende demonstrar que cada sociedade, em cada época, está determinada por significações iniciais, que condicionam de modo igual a ideologia e os costumes, ou as ciências e a filosofia. Estas análises seriam ceticistas, na medida em que não supõem um sujeito, humano ou antropológico, como uma identidade que possa ser dada, em termos da História, ou em termos de alguma metafísica. Recuperando o sentido funcionalista, Foucault e outros autores "pós-modernos" valorizam novamente a descrição dos sistemas físicos, caracterizados como redes, onde as significações comporiam apenas um acabamento da física, como acontecimento meramente de uma corroboração ou auto-reiteração inexorável. Nesta leitura, os atos significantes - onde a subjetividade expressa um sentido pelo qual está possuída -, e os atos significativos - pelos quais a subjetividade expressa um sentido que deseja produzir -, não comporiam um sujeito humano ou antropológico constante e em evolução, porém apenas em estados descontínuos. Nesse sentido, as teses "pós-modernas", tendo como referência uma sentença de Lévi-Strauss, teriam por missão, dissolver o Homem". "Estranhamente, o homem - cujo conhecimento passa, a olhos ingênuos, como a mais velha busca desde Sócrates - não é, sem dúvida, nada mais que uma certa brecha na ordem das coisas, uma configuração, em todo caso, desenhada pela disposição nova que ele assumiu recentemente no saber. Daí nasceram todas as quimeras dos novos humanismos, todas as facilidades de uma 'antropologia' entendida como reflexão geral, meio positiva, meio filosófica, sobre o homem. Contudo, é um reconforto e um profundo apaziguamento pensar que o homem não passa de uma invenção recente, uma figura que não tem dois séculos, uma simples dobra de nosso saber, e que desaparecerá desde que este houver encontrado uma forma nova." (FOUCAULT, 1990, p. 13)

Friedrich Engels e Karl Marx examinam os sistemas, formas e estruturas da sociedade em suas teorias. Como apresentado por Lefebvre (1971), Engels[78] distingue e mesmo opõe, "forma" e "sistema",

> A forma é uma determinação mais profunda, mais concreta que o sistema; capta e expressa um momento do devir. Nem por isto o sistema representa uma abstração vazia; não é o aspecto mais profundo e mais vivo da realidade social, mas daí surge e se desprende. Os “sistemas” são produtos, resultados de forças históricas (econômicas e sociais) que os fazem surgir mas que, cedo ou tarde, os superam. (LEFEBVRE, 1971, p. 102)

Conforme Marx (1974), o indivíduo somente pode isolar-se no âmbito de uma sociedade - "Quanto mais se recua na história, mais dependente aparece o indivíduo, e portanto, também o indivíduo produtor, e mais amplo é o conjunto a que pertence" [79] (p. 110).

Marx (1974) evidencia que o indivíduo é construído a partir de formas sociais históricas.[80] No pensamento de Marx (1974), o conceito de produção, por exemplo, trata também da produção social dos indivíduos, ou seja, da produção em um grau determinado do desenvolvimento social.

> Por isso, poderia parecer que ao falar da produção em geral seria preciso, quer seguir o processo de desenvolvimento e suas diferentes fases, quer declarar desde o primeiro momento que se trata de *uma* determinada época histórica, da produção burguesa moderna, por exemplo, que constitui o nosso tema. Mas todas as

---

[78] na obra A Origem da Família, da Propriedade Privada e do Estado (tradução de Leandro Konder. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1977, 215p).

[79] Segundo Marx (1974), esse conjunto ao qual o homem pertence, é de início a família, a seguir a tribo (família ampliada), posteriormente as diferentes formas de comunidade resultantes do antagonismo e da fusão das tribos. Porém, o indivíduo isolado é produzido somente no séc. XVIII, na sociedade burguesa, onde as relações sociais se encontram mais desenvolvidas, *i.e.*, quando "as diversas formas do conjunto social passaram a apresentar-se ao indivíduo, como meio de realizar seus fins privados, como necessidade exterior". "A produção de um indivíduo fora da sociedade - uma raridade, que pode muito bem acontecer a um homem civilizado transportado por acaso para um lugar selvagem, mas levando consigo já, dinamicamente, as forças da sociedade - é uma coisa tão absurda como o desenvolvimento da linguagem sem indivíduos que vivam juntos e falem entre si." (MARX, 1974, p.110).

[80] "O homem é no sentido literal um *zoon politikon*, não só um animal social, mas animal que só pode isolar-se em sociedade" (Marx, 1974, p. 110). *Zoon politikon* é referência de Marx a Aristóteles, na obra Da República.

> épocas da produção têm certas características comuns, certas determinações comuns. (MARX, 1974, p. 110)

Pertencendo à filosofia materialista que prevaleceu ao final do séc. XIX, Marx e Engels postularam a partir destas reflexões, a Forma Econômica - as divisões de produção, trabalho, riqueza -, como a forma social-antropológica fundamental. Em função desta forma, os costumes, o Estado, o Direito, as ideologias seriam estruturas de apoio, ou superestruturas.

Marx (1974) declara

> Na produção social da própria vida os homens contraem relações determinadas, necessárias e independentes de sua vontade, relações de produção estas que correspondem, a uma etapa determinada de desenvolvimento de suas forças produtivas materiais. A totalidade destas relações de produção forma a estrutura econômica da sociedade, a base real sobre a qual se levanta uma superestrutura jurídica e política, e à qual correspondem formas sociais determinadas de consciência. O modo de produção da vida material condiciona o processo em geral de vida social, político e espiritual. Não é a consciência do homem que determina o seu ser, mas ao contrário, é o seu ser social que determina sua consciência. (MARX, 1974, p.135-136).

Marx (1974) estuda a transformação social que, de acordo com o pensador em sua concepção dialética, dá-se pela contradição entre as forças produtivas materiais da sociedade e as relações de produção existentes (o aparato jurídico, ideológico, de costumes, etc.).

> Com a transformação da base econômica, toda a enorme superestrutura se transforma com maior ou menor rapidez. Na consideração de tais transformações é necessário distinguir sempre entre a transformação material das condições econômicas de produção, que pode ser objeto de rigorosa verificação da ciência natural, e as formas jurídicas, políticas, religiosas, artísticas ou filosóficas, em resumo, as formas ideológicas pelas quais os homens tomam consciência deste conflito e o conduzem até o fim. (MARX, 1974, p.136).

Nesse sentido, a estrutura econômica em Marx corresponderia ao sistema físico, funcional para o estruturalismo gestaltista. As superestruturas corresponderiam às

crenças e valores que dariam a coesão do sistema, enquanto símbolos eficientes, objetivados, reificados.

Na concepção do Materialismo Histórico-Dialético de Marx e de Engels, as formas econômicas e as formas de consciência (superestruturas, ideologia) estariam em um permanente contraponto de experiência, de expressão e de compreensão. Isto seria definido como um vetor evolutivo, sendo obtido um sentido de História realizada[81].

Um marxismo estruturalista entretanto, poderia se definir por distinção ao marxismo dialético-materialista, ainda que na obra de Marx sejam simultaneamente compreendidos.

Em uma leitura estruturalista, um caráter pluralista inicial permite considerar cada forma econômica em correspondência a uma forma de consciência, de costumes, de cartas civis, etc., porém não se postulando a forma econômica como modo causal. Esses diversos níveis seriam simultâneos e correlatos, definindo uma única estrutura social. Esta gestalt seria compreendida de forma independente da sua evolução no tempo, porém não de modo estranho a tal compreensão que é definida como diacrônica. Nesse sentido, as formas econômicas podem ser determinadas pelas formas culturais, de costumes, de percepção ou visão-de-mundo.

A abordagem gestaltista do filósofo Wilhelm Dilthey (1833-1911) permitiu a comparação genealógica entre ciências humanas e ciências da natureza. Dilthey é o autor que tem a contribuição mais decisiva na tentativa de demarcar as diferenças

---

[81] Como observa Rosenberg (2006), a análise marxista oferece um modelo analítico muito mais rico, que enfatiza as interações e reações mútuas entre economia e tecnologia. O método do materialismo histórico de Marx, “enfatizava as interações e conflitos envolvendo classes sociais e instituições, não indivíduos”, e nesse sentido, “invenção e inovação, não menos que outras atividades socioeconômicas, eram mais bem-analisadas como processos sociais do que como lampejos inspirados de genialidade individual” (p. 69). Rosenberg aponta que para Marx, o “foco da discussão sobre mudança tecnológica não está, portanto, nos indivíduos, não importa quão heróicos sejam eles, mas em um processo social, coletivo, no qual os ambientes institucional e econômico desempenham papéis fundamentais” (p. 69).

entre tais ciências, ao longo do período de transição do séc. XIX ao XX. Este é um período de proliferação nas ciências de pesquisa sobre a natureza - física, química, biologia -, assim como de muitas proposições teóricas e de campo nas ciências etnológicas e sociais.

Em sentido contrário ao do pensamento de Edmund Husserl (1859-1938), que via nesta época uma "crise nas ciências", Dilthey amplia mais o campo filosófico, ou epistemológico, das ciências desenvolvendo o pensamento de Friedrich Schleiermacher (1768-1834), e coloca a hermenêutica de Schleiermacher[82] como fundamento geral das Ciências Humanas (ou das Ciências do Espírito, termo consagrado na cultura alemã, utilizado por estes pensadores).

Dilthey é ainda influenciado pelo conceito de estrutura do século XIX, originário das ciências naturais, que designava entidades vivas (no plano orgânico e psíquico)[83], as quais podiam ser compreendidas como significativas, em virtude de seu finalismo intrínseco, como assinala Jardim Andrade (2008).

Para Dilthey (apud Jardim Andrade, 2008), o humano (indivíduo/sociedade) é uma entidade psicofísica, diferente da dicotomia da metafísica cartesiana que separa razão (*res cogitans*) e corpo (*res extensa*). Tal entidade é uma estrutura triangular, cujos vértices são o entendimento (razão), a vontade (liberdade) e o afeto (simpatia).

---

[82] Para Schleiermacher (2003), a hermenêutica não incluía somente as regras e a explicação do procedimento interpretativo enquanto tal, mas, sobretudo, as razões das regras e do procedimento interpretativo. Assim, a pergunta não é como se interpreta um texto, mas o que significa, em geral, interpretar e compreender, e como isso ocorre. Essa compreensão hermenêutica se dá pela inserção daquele que compreende no contexto da história e da linguagem, as quais são aquilo mesmo que deve ser compreendido, incluindo também o resultado da compreensão, *i.e.*, a mútua dependência constitutiva entre o todo e o particular. Esse modelo estabelece a apreensão do sentido como essência do método das ciências humanas.

[83] No plano biológico, por exemplo, estrutura é o resultado do processo de diferenciação do organismo na natureza, partindo do homogêneo (semente, ovo) para o heterogêneo (árvore, animal), como tratado no princípio de diferenciação de Herbert Spencer, que explica a evolução natural e humana (lei do progresso orgânico). Para Dilthey, a mesma lei de progresso regida pelo princípio de diferenciação que ocorre na natureza, ocorre também no plano humano. Dilthey apropria-se do termo “estrutura” e incorpora o conceito de diferenciação estrutural de Spencer, sem contudo, adotar o pensamento deste autor, conforme indica Rodi (1989).

De acordo com Dilthey (2002), o fato ou fenômeno da natureza é passível de ser enquadrado em uma série causal, mas o fato humano (indivíduo/sociedade) nunca pode ser conhecido somente por meio de uma regressão causal que determine sua origem. Ainda que seja possível conhecer as causas de um acontecimento histórico, por exemplo, nem por isso seria possível compreender o sentido do mesmo, *i.e.*, caso fossem tomadas apenas as causas como explicação, e não os sentidos finalistas, intencionais e volitivos[84].

Assim, segundo Dilthey (2002), a natureza pode ser explicada e a vida psíquica compreendida. A partir da identificação pressuposta pela determinação psicofísica inicial, o processo da compreensão pode ser dado. As ciências da natureza explicam pelas causas e as ciências humanas compreendem o sentido. Compreender o sentido significa compreender o sentido manifesto e os diversos sentidos ocultos não encontrados segundo uma correspondência puramente unívoca.

A perspectiva de Dilthey mostra um estruturalismo que permite compreender não apenas as formas significantes, mas também as formas significativas.

A identificação das estruturas permite uma superação dos métodos fenomenológicos, uma vez que uma dada estrutura pode ser reconhecida simultaneamente como objeto de conhecimento (isto é, exterior a uma consciência que a reconhece) e como experiência de identificação subjetiva. O modelo interpretativo estruturalista é assim adotado com o sentido de uma Epistemologia, tornando-se dessa forma, o equivalente a uma "abordagem" ou “método” estruturalista.

---

[84] Para Dilthey (2002), “*o sentido manifesto da história deve ser buscado naquilo que está sempre presente, e que é recorrente em suas relações estruturais, em seus sistemas produtivos*” (p.193). Dilthey (2002) destaca ainda, que a experiência vivida dos atores sociais somente se manifesta nos conjuntos interativos. “Os eventos históricos tornam-se significativos quando são partes de um sistema produtivo, quando cooperam com outras partes realizando os valores e os objetivos do todo” (DILTHEY, 1992, p.189-190).

O Capítulo 5 a seguir trata do modelo analítico concebido para examinar inovações radicais, que tem como arcabouço, a reflexão teórica exposta nesta seção 4.5.

CAPÍTULO 5: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO ANALÍTICO PARA O EXAME DE UMA INOVAÇÃO RADICAL

5 PROPOSIÇÃO DE UM MODELO ANALÍTICO PARA O EXAME DE UMA INOVAÇÃO RADICAL

Este capítulo tem como objetivo propor um modelo analítico para o exame de uma inovação radical.

Os modelos analíticos e abordagens apresentados por diferentes estudiosos do tema inovação radical, identificados no âmbito da literatura sobre inovação e sumariados no Capítulo 2 anterior e no Apêndice A, parecem não se mostrarem suficientes para examinar uma inovação radical, uma vez que não tratam a natureza sistêmica da inovação radical como pressuposto condutor da análise.

Como mencionado anteriormente e discutido adiante, uma inovação radical é aquela que resulta de uma alteração na conformação de um modo de produção e de um modo institucional, em efetuação simultânea. Para promover um processo de inovação radical, faz-se necessário compreender como se estabelece e se mantém tal conformação e como ela se transforma, de modo a possibilitar uma intervenção nessa configuração - no todo, nos sistemas, nos elementos, nas relações entre eles, e na instância que estabelece o sistema. Tal compreensão ultrapassa o exame das dimensões tecnológicas, mercadológicas e sociológicas tradicionalmente analisadas.

Esta pesquisa vem complementar a reflexão teórica sobre inovação radical, propondo um modelo analítico dos processos de inovação radical a partir de uma abordagem estruturalista, trazida pelos estudos originados no contexto de disciplinas das Ciências Humanas/Sociais. Assim, na seção 5.1 são descritas as condições da produção social de uma inovação radical conforme conceituada neste estudo; na seção 5.2 é justificada a escolha da abordagem estruturalista fundamentada em valores de coesão, como adequada para examinar uma inovação radical e na seção

5.3 é apresentado o modelo analítico para exame de uma inovação radical proposto por esta pesquisa.

5.1 PRODUÇÃO SOCIAL DA INOVAÇÃO RADICAL

Nos últimos dez anos, a busca pela inovação radical tem conquistado corações e mentes de pesquisadores, executivos de empresas e de instituições responsáveis por políticas governamentais (Salomo e outros, 2007), como condição de uma organização ou indústria ou país “fazer a diferença” e alcançar o “sucesso” no longo prazo.

Como discutido no Capítulo 2, os estudos que examinam um processo de inovação têm a inovação radical como conseqüência de uma decisão estratégica de uma organização, e assim, como causa ou fator determinante da mudança do padrão vigente.

Contudo, a introdução e o declínio de um paradigma (no sentido conferido por Thomas Kuhn) não são tão simples quanto a entrada e a obsolescência de um produto/serviço ou processo ou tecnologia, mas envolvem múltiplos acoplamentos e de desacoplamentos entre diferentes esferas. Uma inovação radical não é apenas decorrente de uma estratégia de inovação estrita ao ambiente de atuação de uma organização, mas também estabelecida exogenamente, por uma conformação de estruturas econômicas e políticas, envolvendo relações de poder existentes entre empresas e nações que podem inibir ou induzir o processo de desenvolvimento de uma inovação radical.

Perez (2005, 2008) trata a inovação radical ("revolução tecnológica" na taxonomia da autora) como uma constelação de sistemas tecnológicos que "leva a uma

mudança estrutural profunda e que é a raiz de cada fase de prosperidade da economia mundial" (PEREZ, 2005, p.25)[85], e tem como uma de suas premissas que

> para explicar a emergência de um fenômeno tão amplo afetando o verdadeiro tecido da sociedade a análise deve trazer à baila as tensões, resistências, obstáculos e desalinhamentos que emergem a partir de e no âmbito da mais ampla cena social e institucional (PEREZ, 2005, p.25).

No contexto de uma análise genealógica, semelhante àquela realizada por Godin (2002, 2004b, 2008a), no que concerne à origem dos conceitos e indicadores presentes nos estudos sobre inovação, alguns dos valores e a descrição da realidade social como, por exemplo, aquela adotada por Perez (2005), que examina inovações radicais ("revoluções tecnológicas") em uma sociedade capitalista, são tacitamente aqueles da sociedade liberal burguesa formada no século XIX, e que estariam prevalecentes até nossos dias - no Brasil, por exemplo.

Esses valores (e indicadores) seriam industrialização, desenvolvimento, crescimento econômico, expansão do mercado, desenvolvimento tecnológico, eficiência, etc., e seriam como que naturais, "consolidados no senso comum". Arrighi (1998) demonstra, mediante a análise do PNB per capita de diferentes países, que desenvolvimento e industrialização, por exemplo, não são equivalentes, apesar de muitos estudos teóricos e empíricos considerarem esse postulado como verdadeiro. Chandler e Marzlish (2007) apresentam empresas transnacionais, por exemplo, como "leviatãs", erguendo sociedades, e não apenas como entidades econômicas.

Nesse sentido, segundo novas análises de recentes autores em economia política, essas formas não são mais prevalecentes. O modo de produção da sociedade atual não é mais um modo de produção capitalista em suas modalidades tradicionais - comercial, industrial, ou financeiro, mas um novo modo de produção, onde o financeiro se tornou hegemônico. Conforme esses autores, o capitalismo financeiro

---

[85] Ainda nas palavras de Perez (2005), "invenções por si só não mudam o mundo, mas a difusão abrangente de ondas de inovação sim" (p.2).

por ter se tornado hegemônico também no sentido político, adquiriu características feudais[86].

---

[86]De acordo com Hudson (2005), "parece absurdo denominar 'empreendimento de mercado aberto', as altas taxas e garantias públicas do sistema atual aos detentores de títulos estrangeiros. Sob essas condições "fundamentalismo de mercado' se torna um eufemismo para dominar governos financeiramente. É simplesmente outra forma de planejamento centralizado, não a ausência de planejamento. É planejamento para impor dependência, não independência. [...].As economias precisam produzir produção, ao invés de serem tornadas veículos para gerar juros, dividendos e ganhos de capital. O papel antes dispensado ao governo tem sido tomado por credores e investidores estrangeiros. [...] Crédito nacional pode ser produzido por qualquer país, e é mesmo uma prerrogativa de soberania. [...] A oligarquia emergente é eufemizada pelo termo 'democracia administrada', que é a antitético à democracia no significado tradicional do termo. Vem junto com 'pós-industrial', como se as finanças modernas estivessem promovendo progresso ao invés de retrocesso. A solução é tanto política quanto econômica. O projeto imperial americano produziu uma doutrina de austeridade financeira ao invés daquela desenhada para modernizar economias conduzindo-as ao longo de linhas que os Estados Unidos eles-mesmos perseguiram para alcançar sua posição de liderança mundial. [...] A alternativa para o mundo centrado nos Estados Unidos é quebrar em uma austeridade imposta financeiramente, estilo Império Romano, levando ao neofeudalismo" (p. xxx-xxxi).
Segundo Dreifuss (2004), "estas novas elites orgânicas, que configuram os megassistemas de poder privado (científico e tecnológico, midiático e econômico), no início do século 21, formam uma *global tech network* (rede global tecnológica) de empresários, engenheiros, executivos, analistas, tecnólogos e cientistas, que transcendendo as estruturas estatais, atua como 'gerência' de política planetária e matriz de orientação estratégica" (p. 58-59). "Ao desenvolver o planejamento para a ação política planetária privada, criando organismos supranacionais e exclusivos (paralelos aos governos e associações políticas), as novas elites orgânicas (transnacionais) formam verdadeiros 'governos privados', que se ocupam da formulação de macrodiretrizes para os mais variados âmbitos de ordem econômica, social, nacional e internacional." (p. 60-61)
Quigley (1966) afirma que o sistema do capitalismo financeiro (vigente conforme o autor entre 1850-1931) tinha como objetivo de longo alcance - "nada menos do que criar um sistema mundial de controle financeiro em mãos privadas capaz de dominar o sistema político de cada país e a economia mundial como um todo. Esse sistema deveria ser controlado de um modo feudalista pelos bancos centrais no mundo inteiro atuando em concertação, por meio de acordos secretos estabelecidos em freqüentes encontros e conferências privados. O ápice desse sistema deveria ser o Bank of International Settlements, em Basel, na Suíça, um banco privado de propriedade e sob controle dos bancos centrais no mundo, os quais eram eles mesmos corporações privadas." [...]. "Em cada país o poder do banco central se baseava largamente, no seu controle do crédito e do suprimento de moeda. No mundo inteiro o poder dos bancos centrais se apoiava muito largamente no seu controle dos empréstimos e fluxos de ouro."[...]. "O BIS como instituição privada pertencia a sete bancos centrais principais e era operado pelos executivos-chefes destes, os quais juntos formavam seu *governing board*". (p. 234).
Mazlish e Morss (2007) em estudo que desenvolve a noção de "elite global", assinalam que, historicamente, o conceito de elite esteve associado ao de "classe dominante", conforme o pensamento de Marx. Um dos primeiros estudiosos de elites, Conde de Saint-Simon (aristocrata de nascença) propôs, no início do séc. XIX, a reorganização da pirâmide social, a qual incluía a elite dos negócios e a científico-tecnológica no ápice dessa pirâmide, sendo a mais alta posição ocupada pelos banqueiros. Além disso, Mazlish e Morss (2007) mostram que uma elite não estava atrelada a um território, e que mesmo a aristocracia européia era transnacional, citando Lewis Lapham (editor e escritor): "as hierarquias do capitalismo internacional se assemelham aos arranjos feudais sob os quais um nobre italiano deveria jurar fidelidade a um príncipe germânico, ou um duque normando se autodeclarava vassalo de um rei inglês" (LAPHAM apud MAZLISH e MORSS, 2007, p. 169).

É a hegemonia desse modo de produção assim descrito, que permite compreender a existência de um monopólio de conhecimento e inovações que mantém e é mantido pelo paradigma "tecnoeconômico" vigente. Tal monopólio se estabelece por acordos tácitos e explícitos entre as lideranças de governos nacionais e de empresas transnacionais industriais, comerciais e financeiras (Dreifuss, 1987, 2004; Hudson, 2003; Mazlish e Morss, 2007; Morss, 1991; Sklair, 2001)[87].

Essas tecnologias e conhecimentos inovadores, radicais ou não, originados principalmente nos países desenvolvidos constituem um conjunto entrelaçado que possibilita profunda reorganização empresarial, a qual condiciona novos objetos e formas de pesquisa, informação, comunicação, serviços e transporte de bens, pessoas e idéias, impondo conformações para todas as sociedades. Esse conjunto, formado pelos processos de fusões e aquisições sucessivas de milhares de empresas transnacionais permite que as empresas resultantes - as “corporações estratégicas” atuem em várias indústrias, incluindo mídia, entretenimento e serviços financeiros, e ainda, determinem as atividades de pesquisa científica e tecnológica, em comum acordo com diferentes Estados nacionais, conforme apresentado por Dreifuss (2004) e exposto no Capítulo 4, Seção 4.4.

---

[87] De acordo com Mazlish e Morss (2007), a elite global industrial atual envolve principalmente alto-executivos representantes das indústrias de transferência de informação, mídia, finanças e serviços de consultoria. Os componentes de tal elite se encontram em fóruns (*e.g.,* Davos) com objetivo de definir suas operações. Além disso, partilham de um mesmo estilo de vida (*e.g.,* clubes, eventos beneficentes).
Morss (1991) aponta que na estrutura de poder pós guerra fria, os estados-nação não mais governam o mundo sozinhos, mas dividem tal governo com as corporações multinacionais, organizações internacionais e grupos de interesse especial, isto é, grupos onde a causa principal defendida não é a obtenção de ganhos financeiros (*e.g.*, ONGs, grupos da sociedade civil, grupos terroristas).
Para Sklair (2001), o conceito de globalização postula a existência de um sistema global.Tendo como unidade analítica as práticas transnacionais, que segundo o autor, cruzam fronteiras nacionais e não se originam com agências ou agentes estatais, Sklair (2001) mostra que tais práticas operam em três esferas: a econômica, a política e a cultural-ideológica. As bases da teoria do autor são: a corporação transnacional, a forma institucional característica das práticas econômicas transnacionais, a classe capitalista transnacional na esfera política e na esfera cultutal-ideológica, a cultura-ideologia do consumereismo. Segundo Sklair (2001), a classe capitalista transnacional é composta por proprietários e controladores das empresas transnacionais e suas afiliadas, burocratas e políticos "globalizantes", professionais "globalizantes" e elites consumeristas (comércio e mídia).

Além disso, essas tecnologias e conhecimentos possibilitam o exercício do poder das corporações estratégicas e ao mesmo tempo, são regidos pelas próprias corporações estratégicas (Dreifuss, 1998, 2004). As políticas públicas, os conceitos, os indicadores de resultados, os procedimentos de gestão, as regras de investimento, a estrutura sócio-institucional são estabelecidos de modo a fortalecer e perpetuar o paradigma constituído (Chandler e Mazlish, 2007; Dreifuss, 1998, 2004; Mazlich e Morss, 2007; Sklair, 2001).

Sklair (2001) assinala que os interesses econômicos dos membros da "classe capitalista transnacional"[88], que opera sobretudo na esfera política estão cada vez mais globalmente intrincados. Como rentistas, suas propriedades e participações estão se tornando mais globalizadas pela mobilidade de capital sem precedentes, criada pelas novas tecnologias e pela economia política global. Como executivos, suas corporações estão se globalizando em função de quatro critérios: investimento no estrangeiro, melhor prática mundial e *benchmarking*, cidadania corporativa[89] e visão global. Como ideólogos, seus produtos intelectuais servem muito mais aos interesses de globalizar o capital do que de localizá-lo, como expressam as ideologias de livre mercado e a cultura-ideologia do consumerismo. Em outros termos, para Sklair (2001), a "classe capitalista transnacional" busca exercer controle econômico no trabalho (*e.g.*, com a ameaça de perda de emprego ou mesmo do colapso da economia, caso o trabalhador não esteja preparado para trabalhar mais tempo por menor salário); controle político nas políticas nacionais, internacionais e globais (*e.g.,* a ênfase na mudança das políticas e estratégias de substituição de importações para aquelas de promoção da exportação, especialmente nos países em desenvolvimento, impulsionada por membros da "classe capitalista transnacional" trabalhando no âmbito de agências governamentais, partidos políticos e mídia; ou a proliferação de escolas de negócios

---

[88] ver nota 85 anterior.
[89] projetam imagens de si mesmos como cidadãos do mundo, bem como de seus lugares e/ou países natais - *e.g.*, Jacques Maisonrouge, nascido em França, que se tornou, na década de 1960, o executivo principal da IBM World Trade (Sklair, 2001).

com foco internacional - MBAs internacionais); e controle cultural-ideológico na vida cotidiana, por meio de retóricas e práticas consumeristas. Esse processo é reforçado pelo discurso da competitividade nacional e internacional, de acordo com Sklair (2001).

Portanto, uma inovação radical não depende diretamente daqueles fatores já reconhecidos: presença ou não de capacidades tecnológicas e de competências para inovar, de aprendizagem, de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) deliberadas, de investimentos em P&D, do relacionamento com outras empresas, organizações governamentais e instituições de ciência e tecnologia, da disponibilidade de recursos financeiros públicos ou privados; e nem dependem estritamente de políticas públicas nacionais.

A análise sugere que as condições para uma inovação radical são determinadas pelos referidos acordos tácitos e explícitos entre o empresariado transnacional e o alto-escalão de alguns Estados, que representam a "ação silenciosa" de um grupo de comando com características feudais - as "elites orgânicas" (Dreifuss, 1987).

Esses acordos tácitos e explícitos, baseados em valores ideológicos, conferem a coesão necessária para manter um paradigma em vigência.

Assim, inovações radicais são determinadas por configurações de virtualidades - estruturas econômicas, sociais, políticas e tecnológicas. Estas se expressam tanto nas vontades coletivas, quanto nas aspirações individuais, regras econômicas, opções tecnológicas, colegiados de interesses, ordens políticas, etc., que prevalecem historicamente em um sistema de produção. Da mesma forma, as inovações radicais influenciam seguidamente modificações em tais virtualidades.

Nesse contexto, esta pesquisa propõe outro conceito para inovação radical: Inovações radicais são resultantes de alterações nas conformações de um modo de produção e de um modo institucional, em efetuação simultânea.

Modo de produção é compreendido segundo a concepção de Karl Marx*, i.e.,* não somente pelo modo pelo qual os meios necessários à produção são apropriados, mas também pela divisão social do trabalho; e modo institucional como "ações, normas, estruturas sociais e práticas que persistem ao longo do tempo e que são características de agregados sociais que são maiores do que uma única organização" (MURMANN, 2003, p.19).

A conceituação proposta para inovação radical contribui para a compreensão da gênese estrutural da forma social contemporânea onde tais inovações se dão, e assinala a complexidade de um processo de inovação radical.

Na medida em que uma inovação radical é intrinsecamente um processo socialmente determinado, não é possível estabelecer uma definição universal para inovação radical: estudam-se as inovações radicais - no plural e não a inovação radical - no singular.

A busca por uma definição universal, isto é, que exprime um conceito acabado, portanto único e válido em qualquer situação, é uma herança do modo de pensar racionalista que prevaleceu na cultura ocidental, e que transpõe o modelo das ciências exatas e naturais para análise de qualquer experiência. Uma inovação, e sobretudo uma inovação radical, não é um processo de pura descoberta de leis naturais[90], mas um processo determinado nos termos de estruturas sociais. Por conseguinte, a busca por uma definição essencial (ontológica) não faz sentido.

Um conceito de inovação radical válido no contexto de um modo social de produção é diferente daquele válido em outro modo.

---

[90] Tal como conceituado por Schumpeter, quando trata da diferença entre inovação e invenção.

Ampliando o exemplo de Perez (2005), a adoção e difusão do motor a combustão resultou e ao mesmo tempo produziu mudanças no próprio veículo individual, na linha de produção - produção em massa, também estendida a outras indústrias, nas redes de fornecedores, distribuidores e de postos de abastecimento, na construção de malhas rodoviárias, propiciou a moradia em subúrbios, o aparecimento de centros comerciais nesses locais, a consolidação das megaempresas petrolíferas, a preocupação com o meio ambiente, a sensação de progresso e bem-estar, o desenvolvimento de combustíveis alternativos, dentre outras tantas mudanças interdependentes, em um modo de produção capitalista. Em outra sociedade, os desdobramentos poderiam ser diferentes: poderia não haver produção em massa - os consumidores finalizariam a produção de seus meios de transporte individual, nas suas próprias comunidades distritais, pela aquisição de kits de montagem, e os impactos e interações seriam de outras dimensões.

A predominância da busca por definições acabadas - e não por definições a partir dos contextos sociais -, explica o estudo de uma inovação, na literatura sobre inovação, apenas do ponto de vista de sua dinâmica interna, ou a carência de estudos sobre processos de inovação radical em empresas de países em desenvolvimento, na mesma literatura.

Cabe observar que, sendo uma inovação radical socialmente determinada, são considerados neste estudo apenas dois “tipos” de inovação - inovação incremental e inovação radical. Na medida em que uma inovação radical não é o que determina uma mudança de paradigma, mas é resultante de uma configuração de sistemas em efetuação simultânea, dentre estes um dado *cluster* de inovações, não se torna relevante especificar qualquer outra tipologia, como inovação de produto, processo, organizacional, de marketing, etc.

Nesse contexto, na condição de evento social, uma inovação radical deve ser estudada no âmbito das disciplinas das Ciências Humanas/Sociais, as quais reconhecem o escopo de estruturas sociais.

A seção 5.2 seguinte apresenta as características da abordagem estruturalista fundamentada em valores de coesão, como adequada para examinar uma inovação radical.

5.2 UMA ABORDAGEM ESTRUTURALISTA ARA EXAME DA INOVAÇÃO RADICAL

O exame dos estudos presentes na literatura sobre inovação, como apresentado no Capítulo 2, demonstra a complexidade dos processos de inovação. Há uma diversidade de conceitos e abordagens expressa nesses estudos, porém todos buscam um modelo universal, a ser validado em qualquer contexto. As abordagens sistêmicas e sociais presentes na literatura sobre inovação detêm-se nos elementos individualmente e nas relações entre eles, mas não se aprofundam no sistema como um todo. Assim, não buscam examinar a forma original e coerente, ou seja, a gênese estrutural que mantém um sistema enquanto tal, conforme já apresentado.

De acordo com o exposto na Seção 4.5, do Capítulo 4, na epistemologia das Ciências Humanas/Sociais e na tradição filosófica, duas perspectivas foram consagradas para o exame de um sistema: a perspectiva funcionalista e a perspectiva estruturalista.

Na perspectiva funcionalista um sistema é o somatório dos elementos e de suas relações, é *ex post*. O estudo do sistema resulta o mesmo que o estudo dos elementos e das relações entre eles.

Na perspectiva estruturalista, a estrutura é *ex ante*; é o sistema que confere ordem e sentido aos elementos. É uma aglutinação ou gestalt, que precede e determina as partes e suas relações.

Como tratado na seção 4.5 do Capítulo 4, na vida social, as estruturas são representadas na forma de algum símbolo ou valor, como crença compartilhada, as quais se tornam virtualidades. Essas virtualidades são formas de significação padronizadas que estão para além das idealidades, não sendo meramente função do imaginário. As virtualidades dão fundamento, organizam a realidade da experiência social.

Sendo dados esses princípios inicialmente, é a partir deles que a funcionalidade dos elementos e relações é examinada, não no sentido das "redes" (conforme as leituras de M. Foucault[91]), mas como organizações sociais fundadas pela virtualidade das crenças, símbolos, valores, ideologias, etc.

Os exemplos a seguir apresentados, a partir dos estudos de Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi, Benoît Godin, Carlota Perez e René Dreifuss sinalizam ou apontam o conceito de estrutura, considerado nesta pesquisa.

O conceito de estrutura diz respeito ao que afirmam Nonaka e Takeuchi (1995) como algo "essencialmente 'tácito'- algo que não é facilmente visível e expressável" (p. 8), mas que não deve ser compreendido como sendo apenas pelo conteúdo psicológico sugerido pelos autores, ao descreverem a forma de atuação da empresa ocidental quando comparada à oriental: "muito mais do que processar informação objetiva" torna-se crucial "partilhar a compreensão daquilo que a empresa tem como projeto de vida, para onde ela está se encaminhando, que tipo de mundo a empresa quer viver e como tornar esse mundo realidade" (p.9). De acordo com os autores, o conhecimento envolve não apenas ideais, valores e emoções, mas também imagens e símbolos.

Estruturas sociais, empiricamente manifestadas são aquilo que, conforme exposto por Perez (2005), fomenta atividades econômicas e ao mesmo tempo se torna

---

[91] ver nota 75.

ideológico, na medida em que estabelece um novo paradigma, o qual dirige as decisões e interações individuais de empreendedores, investidores, pesquisadores, consumidores e gestores públicos e privados, mas que está além de uma constelação de tecnologias genéricas e de princípios organizacionais inter-relacionados, de cada revolução tecnológica. Para Perez (2008), a cada mudança de paradigma são estabelecidas novas maneiras de produzir, novas maneiras de trabalhar, novas maneiras de transporte e comunicação e novas maneiras de viver - a mudança de paradigma representa um novo senso comum pelo lado da produção e um novo estilo de vida pelo lado do consumo.

Diferentes estruturas definem e reconhecem diferentes significados para a terminologia da inovação, como indicam os estudos de Godin (2005).

O conceito de estrutura explica a nova forma de dominação que vem se impondo “sorrateiramente”, segundo sustenta Dreifuss (2004), com objetivo de promover a aceitação natural dos novos padrões estabelecidos por aqueles que detêm o poder; e vem constituindo um novo "modo de produção pós-capitalista".

Outro exemplo: no Brasil dos anos sessenta, arrancaram-se os trilhos dos trens, sob o argumento da ineficiência, repetido pelos meios de comunicação, quando o interesse político de fato era a consolidação das indústrias automobilística e petrolífera (*e.g.*, Dourado, 1984; Ferrari, 1981; Paula, 2000). Com isso, não foram promovidas e desenvolvidas e adotadas inovações nos trens, nem radicais, nem incrementais, tais como trem de levitação magnética (maglev®), trem de propulsão pneumática (aeromóvel), monotrilho.

Esses exemplos reforçam a compreensão da abordagem estruturalista, a qual considera fatos sociais, não como um conjunto mecânico de experiências, mas como um sistema ou unidade de significação, e busca conhecer e compreender seus princípios e determinações.

Por tal abordagem, as instituições sociais são concebidas como estruturas (sistemas significantes), cujo todo, *i.e.*, o princípio regulador é a identidade inicial compartilhada ou o núcleo invariante; apenas posteriormente os elementos aparecem e respondem com suas identidades, como tratado na seção 4.5. Esse princípio regulador pode possuir um valor racional, sem ser concebido racionalmente, pode exprimir-se em fórmulas arbitrárias, sem que ele próprio seja desprovido de significação (Jardim Andrade, 2000). Conhecer uma estrutura denota, assim, não somente conhecer o sistema físico, mas também as formas simbólicas, valorativas, ideológicas, que mantêm os elementos unidos, funcionando e significando em conjunto.

Assim, dado que uma inovação radical é essencialmente um fato social, a perspectiva estruturalista fundamentada em valores de coesão se constitui na abordagem que permite melhor compreensão de um processo de inovação radical, porque possibilita identificar e compreender a instância que mantém a coesão de um paradigma, *i.e.*, a gênese estrutural ou gestalt que sustenta um sistema coeso como estrutura social.

Por tal perspectiva, é plausível examinar as perguntas desta pesquisa, quais sejam: Quais são as condições que determinam uma inovação radical? Os países em desenvolvimento estão fadados ao fracasso, em termos de desenvolvimento de potenciais inovações radicais? A mudança de base de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis apresenta potencial para inovação radical?

O modelo analítico proposto por esta pesquisa está desenhado na seção 5.3 seguinte.

5.3 PROPOSIÇÃO DE UM MODELO ANALÍTICO ESTRUTURALISTA FUNDAMENATDO EM VALORES DE COESÃO PARA EXAME DE UMA INOVAÇÃO RADICAL

Como exposto nos capítulos anteriores, não é viável analisar um processo de inovação radical de forma isolada, sem que sejam consideradas as forças e estruturas econômicas, sociais e políticas que conformam e que são elas mesmas conformadas e alteradas por tais inovações. Desse modo, o modelo analítico proposto neste estudo considera as relações políticas existentes entre empresas e nações que podem inibir ou induzir um processo de desenvolvimento de uma inovação radical, que traga ruptura a uma estrutura competitiva vigente em um mundo globalizado.

O modelo analítico proposto poderá ser utilizado para subsidiar a concepção e avaliação de políticas governamentais, bem como orientar empresas nas suas decisões estratégicas envolvendo inovações radicais, tanto em países em desenvolvimento como desenvolvidos.

A Figura 6, incluída a seguir, representa o modelo estruturalista fundamentado em valores de coesão concebido para examinar inovações radicais em suas três dimensões analíticas interdependentes e complementares, como proposto por esta pesquisa:

1. ciranda de relações,
2. força de coesão e
3. degraus de transmissão.

Figura 6 - Modelo analítico fundamentado em valores de coesão para exame da inovação radical

As três dimensões analíticas buscam captar os fatores simbólicos, tais como conceitos, enunciados valorativos, princípios que se tornaram ideológicos, e que se projetam nos sistemas sociais ou institucionais. Cabe destacar que essas três dimensões são analíticas, na medida em que não são facilmente distinguíveis empiricamente.

1. Ciranda de relações

A análise da ciranda de relações examina os sistemas sociais de produção, os sistemas tecnológicos e suas interações.

Avalia as relações entre as instituições tecnológicas e de pesquisa (as ICT´s), empresas públicas e privadas, instituições financeiras públicas e privadas, organizações governamentais, representadas pelas estratégias, decisões e ações da alta gerência dessas organizações, que compõem os sistemas de ciência e tecnologia, empresarial, financeiro, governamental, que pelo sistema de mídia, estabelecem o senso comum.

A análise da ciranda das relações possibilita a compreensão de como essas estratégias, políticas, decisões e ações são concebidas, implementadas e avaliadas. Examina as bases e premissas consideradas (por exemplo, estudos, análises, pesquisas); os processos de tomada de decisão (por exemplo, métodos de avaliação de alternativas, as negociações envolvidas, grau de autonomia, critérios de decisão, pessoas envolvidas interna e externamente – iniciadores, influenciadores, decisores, executores; a implementação (por exemplo, procedimentos, negociações envolvidas)); a avaliação e controle (por exemplo, seleção de indicadores, curso das ações). A análise envolve os sistemas como um todo, os sistemas individualmente e seus elementos.

2. Força de coesão

A análise da força de coesão permite identificar e compreender qual política, isto é, quem é(são) o(s) agente(s) ou qual é o poder de classe que estabelece os próprios sistemas e organiza os sistemas sociais menores e as inter-relações entre os sistemas que integram a "ciranda de relações", e que pode(m) determinar as condições para uma inovação radical, e como a coesão se estabelece e é mantida.

O poder de classe é analisado conforme apresentado por Dreifuss (1987), na concepção de Hanna Arendt[92] – a habilidade humana de agir em uníssono, e não de

[92] De acordo com o pensamento filosófico de Hannah Arendt (1906-1975), "O poder corresponde à habilidade humana não apenas para agir, mas para agir em concerto. O poder nunca é propriedade de um indivíduo; pertence a um grupo e permanece em existência enquanto o grupo se conserva

uma relação de comando e obediência. Tal habilidade se manifesta na capacidade de planejar e conduzir a ação política, sem a existência de uma equipe de comando formalizada.

Esse poder de classe é aquilo que mantém a coesão das cirandas de relações, e o fator que produz os conceitos, palavras de ordem e enunciados valorativos utilizados na produção social de uma inovação radical, conforme descrito na seção 4.1 anterior.

3. Degraus de transmissão

A análise dos degraus de transmissão examina a dinâmica entre os poderes de classe e de que forma se dá a transmissão dos conceitos, normas, palavras de ordem e enunciados valorativos utilizados na produção social de uma inovação radical nas diferentes cirandas de relações.

Essa análise também fornece informações sobre os representantes das elites orgânicas: aqueles que funcionam como grupos táticos de ação de curto alcance e de curto prazo. Esses grupos aplicam explicitamente os conceitos e palavras que pertencem às elites orgânicas, os quais estão latentes no grupo.

A análise dos degraus de transmissão provê ainda, informações sobre os replicadores de conceitos e enunciados valorativos reiterados como senso-comum.

O modelo analítico para exame de inovações radicais proposto foi aplicado para avaliar o potencial para inovação radical circunscrito na mudança de base das

---

unido. Quando dizemos que alguém está 'no poder', na realidade nos referimos ao fato de que ele foi empossado por um certo número de pessoas para agir em seu nome. A partir do momento em que o grupo do qual se originara o poder desde o começo (*postestas in populo*: sem um povo ou grupo não há poder) desaparece, 'seu poder' também se esvanece." (ARENDT, 2009, p. 60-61).

matérias-primas da indústria química brasileira, de fósseis para renováveis, conforme tratado nos Capítulos 6, 7 e 8, seguintes.

O estudo de caso visa ilustrar a aplicação do modelo analítico concebido com objetivo de validá-lo ou não, no que concerne à capacidade de fornecer elementos analíticos, que permitam compreender as condições determinantes de inovações radicais.

Assim, a questão tratada para ilustrar o emprego do modelo concebido é avaliar como a mudança de base de matérias-primas da indústria química de fontes fósseis para fontes renováveis se situa em termos de potencial para inovação radical, à luz do modelo analítico proposto.

O Capítulo 6 apresenta um panorama da indústria química no Brasil, incluindo a utilização de fontes renováveis como insumo para essa indústria. O Capítulo 7 trata da justificativa da escolha do caso a ser estudado, qual seja, a avaliação do potencial para inovação radical na mudança de matérias- primas fósseis para renováveis na indústria química, com base no modelo analítico proposto. Discute o uso de fontes renováveis como elemento de estruturação da “economia verde”; justifica a escolha da indústria química como indústria a ser analisada, não apenas por esta se fazer presente na vida de qualquer sociedade, mas também pela característica de sua dinâmica, que tem como motor a fonte de matéria-prima; e trata da janela de oportunidade que se apresenta para o Brasil, de ter participação ativa nesse processo. O Capítulo 8 mostra a análise e interpretação os resultados da pesquisa de campo. A descrição dos resultados das entrevistas integrantes da pesquisa estão incluídas no Apêndice C.

CAPÍTULO 6: PANORAMA DA INDÚSTRIA QUÍMICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar um panorama da indústria química, com foco na indústria química brasileira. Na seção 6.1 estão expostos a caracterização, um breve histórico e os aspectos econômicos dessa indústria. A seção 6.2 trata especificamente do uso de fontes de matérias-primas renováveis na indústria química.

6.1 A INDÚSTRIA QUÍMICA

Um processo químico é aquele capaz de alterar a composição química, biológica, bem como o conteúdo energético de uma “matéria”, e a indústria química é quem produz de forma controlada essa alteração, gerando produtos e serviços.

Os produtos químicos orgânicos compreendem vasta família de moléculas contendo carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos) e são, na sua maior parte, derivados de petróleo e gás natural, sendo então denominados “produtos petroquímicos”. Os produtos químicos inorgânicos são derivados de minerais que não contêm hidrocarbonetos.

Conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a divisão 20, fabricação de produtos químicos, “compreende a transformação de matérias-primas orgânicas ou inorgânicas por processos químicos e a formulação de produtos e a produção de gases industriais, fertilizantes, resinas e fibras, defensivos agrícolas e produtos domissanitários, produtos de limpeza e perfumaria, tintas, explosivos e outros produtos químicos. Esta divisão compreende também a fabricação de produtos petroquímicos básicos e intermediários” (IBGE, 2010), mas exclui a fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos, a fabricação de produtos finais de borracha e de material plástico (*e.g.*, pneus, embalagens, peças técnicas) e a fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis.

Por outra categoria, de acordo com a taxonomia de Pavitt (1984), que tem como

objetivo compreender os padrões setoriais de mudança técnica observados no Reino Unido, a partir de 1945, a indústria química é classificada como “baseada em ciência” (*science-based industry*), ou seja, tem como principais fontes de tecnologia, as atividades de P&D desenvolvidas pelas empresas e fundamentadas pelos avanços da ciência básica. Essa visão é compartilhada por outros teóricos da inovação (*e.g.*, Achilladelis, Schwartzkopf e Cines, 1990; Arora, Landau e Rosenberg, 1998), que apresentam a dinâmica da inovação da indústria química como bastante dependente dos resultados de atividades de P&D. No entanto, como discutido adiante no Capítulo 7, não é apenas a tecnologia quem determina a dinâmica da indústria química como um todo, mas principalmente, a fonte de matéria-prima.

A indústria petroquímica, comumente referida como aquela que utiliza petróleo (nafta, principalmente) ou gás natural como fonte de matéria-prima, é considerada como uma subdivisão da indústria química. A indústria petroquímica na Europa e na Ásia tem a nafta como fonte de matéria-prima, enquanto nos Estados Unidos e no Oriente Médio, o gás natural é o principal insumo petroquímico. A indústria petroquímica brasileira é baseada na nafta, a qual representa, em média, cerca de 70% do custo de produção de olefinas e aromáticos, principais classes de produtos resultantes do craqueamento da nafta.

A indústria petroquímica tem como características, do ponto de vista econômico: ser intensiva em capital, a presença de economias de escala, elevado grau de concentração, barreiras de entrada expressivas e a natureza cíclica dos acoplamentos entre demanda/oferta.

Devido ao período longo de maturação de investimentos, historicamente, a indústria petroquímica mundial experimenta períodos alternados de restrição de oferta e conseqüentes aumentos de preços e margens, e de excesso de oferta (capacidade instalada) e conseqüente redução de preços e margens. Pelo lado da demanda, a rentabilidade da indústria é influenciada pela conjuntura econômica, na medida em que é elástica à renda e sujeita à dinâmica dos fluxos comerciais de produtos químicos entre países e continentes. Pelo lado da oferta, é submetida à conjuntura geopolítica relacionada a disponibilidade e preços do petróleo.

No âmbito mundial, atualmente, segundo apresenta Bastos (2009), as empresas que controlam a maior parte das reservas de petróleo, tais como Saudi Aramco, as chinesas Sinopec, CNPC e PetroChina, a venezuelana PDVSA, a mexicana Pemex, a iraniana NIOC e a russa Gazprom mostram movimentos de expansão com impacto na indústria petroquímica. Tais empresas vêm não apenas constituindo subsidiárias, mas também passando por processos de integração vertical pela implantação e/ou expansão de capacidade em petroquímicos básicos e nos principais produtos de segunda geração (*e.g.,* polietileno, polipropileno etc.), com vantagens de custo e de acesso a matérias-primas. As empresas internacionais de petróleo, como ExxonMobil, British Petroleum - BP e Shell, ainda são as maiores empresas produtoras de petroquímicos, expressas pelas receitas anuais, e detêm a maior capacidade de refino de petróleo.

Tradicionalmente, conforme descrevem Arora e Landau (1999), a indústria química é marcada por processos de reestruturação, no que se refere à liderança de empresas e países. Nos anos 1830 e 1840, a Inglaterra ocupava posição de liderança, com foco na produção de inorgânicos. Até os anos 1870, a Inglaterra era líder da indústria de corantes, dispondo de tecnologia, matérias-primas e mercado consumidor, este último representado pela indústria têxtil. Ao final dos anos 1880, a Alemanha dominava a indústria, ofertando principalmente produtos orgânicos. Em 1913, a produção de corantes era de 140.000 toneladas na Alemanha, 10.000 toneladas na Suíça e de 4.400 toneladas na Inglaterra. Ainda que a indústria norte-americana produzisse inorgânicos em larga escala, com relação aos produtos orgânicos, à exceção de explosivos, tal indústria nesse período dependia de importações, especialmente de corantes alemães.

À época da Primeira Guerra Mundial, houve mudança no posicionamento de empresas e países – os Estados Unidos consolidaram sua própria indústria química orgânica, tendo como principais empresas a DuPont, Union Carbide, Allied Chemical e Cyanamid. A Inglaterra e a Alemanha haviam perdido suas posições de liderança, mas estabeleceram grandes empresas nacionais, como a inglesa Imperial Chemical Industries – ICI, em 1926, resultante da fusão de empresas menores, e a alemã IG Farben, também resultante da fusão de todas as empresas de corantes da

Alemanha, em 1925. Com a IG Farben, a Alemanha retoma sua posição de liderança na indústria química européia, limitando a concorrência pela formação de cartéis. Os Estados Unidos reforçavam sua posição, mediante o desenvolvimento de ampla base de refino, bem como do conhecimento em engenharia química para construção de unidades químicas de processo contínuo.

Com a Segunda Guerra Mundial, parte da indústria química alemã foi fisicamente destruída, e a indústria química norte-americana consolidou sua posição de liderança mundial, produzindo resinas, fibras e outros produtos petroquímicos, mantida até os anos 1970. As empresas da Europa retomaram sua atuação na indústria química mundial, sendo então estabelecidas posições de vantagem competitiva no nível da organização, entre as diferentes empresas de diferentes países, inclusive do Japão, comercializando produtos dessa indústria.

Como apresenta Bastos (2009), a indústria química mundial vem atualmente passando por novas mudanças estruturais, determinadas principalmente pelas restrições de matérias-primas e vantagens de custo e disponibilidade de petróleo e gás natural, deslocando os principais eixos produtor e consumidor. Diferentes tipos de alianças estratégicas vêm sendo estabelecidas (*e.g.*, *joint-venture* da empresa química de origem norte-americana Dow Chemical com a empresa de petróleo de origem saudita Saudi Aramco, para construção de complexo petroquímico de grandes proporções na Arábia Saudita; aquisição da divisão de plásticos da General Electric - GE, de origem norte-americana pela Sabic, de origem saudita; parceria da Saudi Aramco com a Sumitomo, de origem japonesa; *joint-venture* da Basf de origem alemã, com a YPC- Yangzi Petrochemical Corporation, de origem chinesa), resultando em forte crescimento da atuação de empresas do Oriente Médio, Extremo Oriente e da China, e em menor escala, da América Latina, em detrimento dos Estados Unidos e de países da Europa Ocidental.

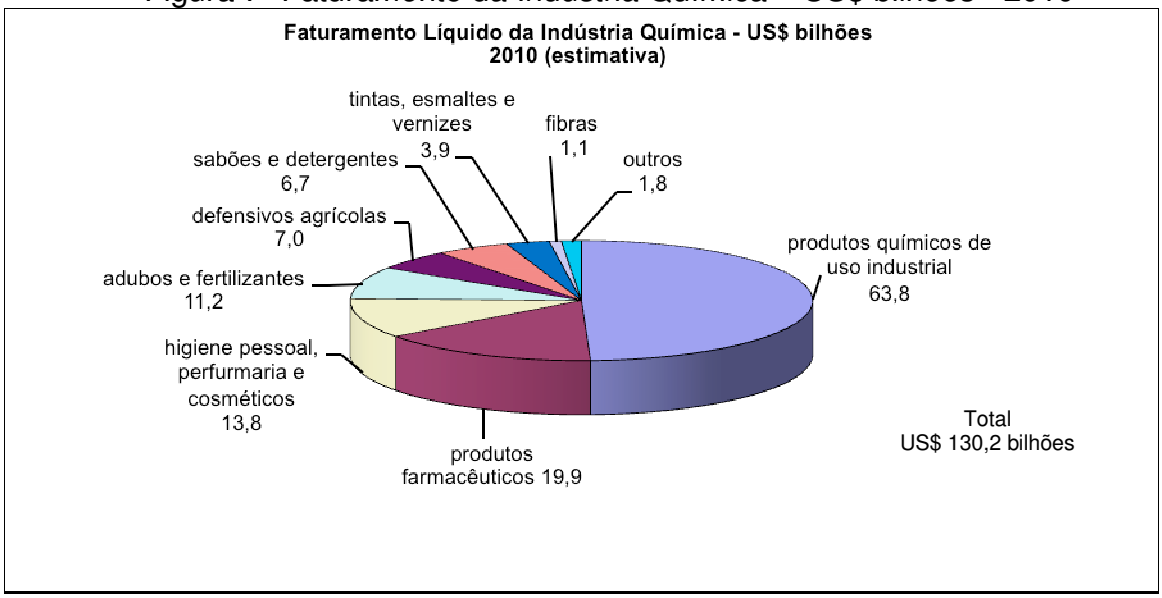
Enquanto Chandler (1969, 1993), atribui a inovações organizacionais bem-sucedidas, a posição de liderança de empresas, Murmann (2003), em estudo que examina a co-evolução de empresas, tecnologias e instituições nacionais na indústria de corantes sintéticos na Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos, visando compreender as condições determinantes de posição de vantagem competitiva,

considera que a capacidade de moldar o ambiente institucional favoravelmente é determinante para a posição de vantagem competitiva. Como exemplo, este último autor mostra que a empresa alemã Bayer destacou-se na arena competitiva mundial de corantes sintéticos, superando empresas inglesas e norte-americanas, não por criar sofisticada hierarquia administrativa capaz de organizar a produção e distribuição de seus produtos, como apontava Chandler (1969, 1993), mas pela capacidade de "se tornar um ator chave nos esforços de *lobbying* para criar um ambiente institucional favorável" (MURMANN, 2003, p.8).

6.1.1 **A indústria química brasileira**

De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Química - Abiquim (2011), o faturamento da indústria química brasileira alcançou os US$ 103,3 bilhões, em 2010, como mostra a Figura 7 - Faturamento da Indústria Química, apresentada a seguir. Os produtos químicos de uso industrial, que na classificação da Abiquim, englobam produtos químicos orgânicos e inorgânicos, suas matérias-primas e intermediários (*e.g.*, eteno, propeno, resinas plásticas, elastômeros, intermediários para fertilizantes, defensivos agrícolas e fibras, catalisadores, adesivos, aditivos, gases industriais, cloro e soda), respondem por quase metade do faturamento total da indústria química brasileira.

Figura 7- Faturamento da Indústria Química – US$ bilhões - 2010



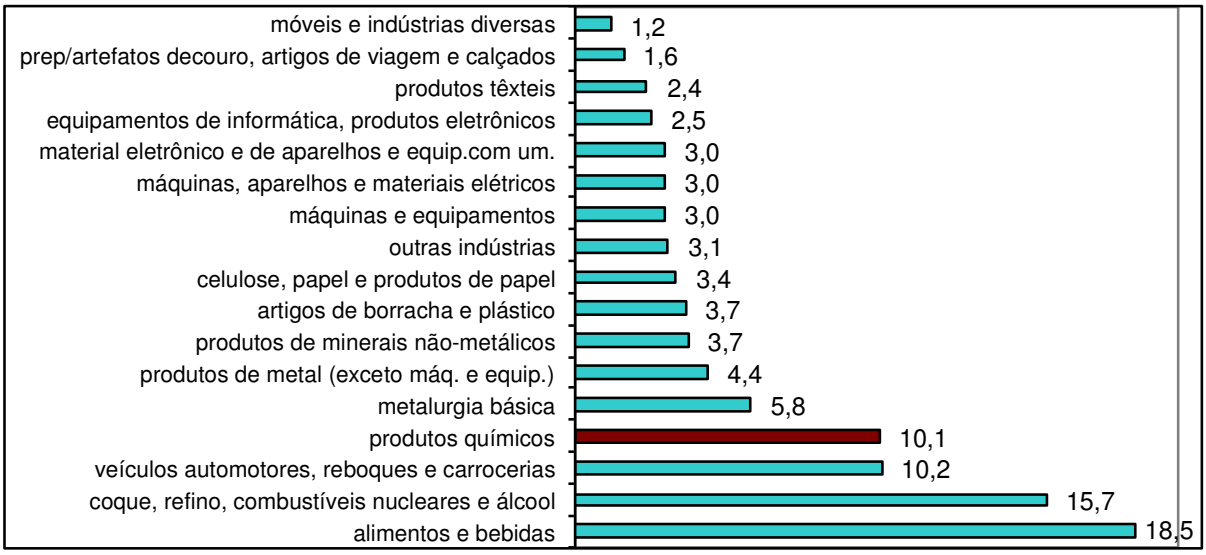
Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química – Abiquim (2011)

Conforme Bastos, Costa e Faveret (2010), o existente déficit comercial da indústria química brasileira é conseqüência dos reduzidos investimentos decorrentes da estratégia de atuação das empresas globais e da ausência de *players* locais.

Os produtos químicos responderam por 18,6% do total de US$ 181,7 bilhões das importações brasileiras de mercadorias, em 2010. No que concerne às exportações de produtos químicos, estas representam 6,5% dos US$ 201,9 bilhões exportados pelo país, no mesmo ano. Os principias importadores de produtos químicos brasileiros são Argentina, Paraguai e Uruguai, que responderam, em 2010, por 22,9% do total das exportações de produtos químicos da indústria química brasileira. Os Estados Unidos, Canadá e México importaram cerca de US$ 2,7 bilhões, valor equivalente a 16.8% das vendas externas dessa indústria, em 2010. A União Européia é o principal fornecedor de produtos químicos para o Brasil, com vendas de US$ 10,6 bilhões, em 2010 (Abiquim, 2011).

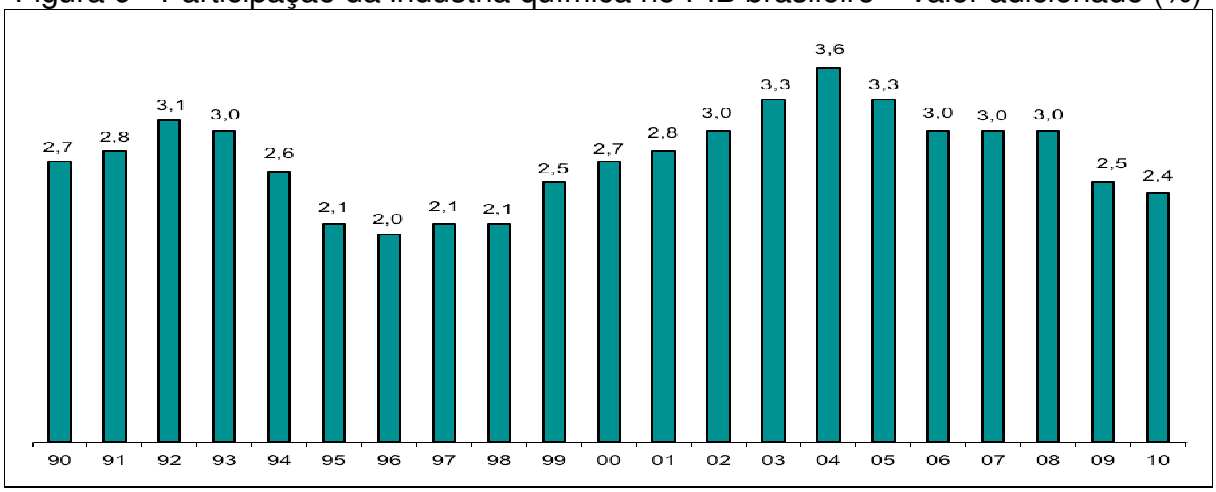
A indústria química ocupa o quarto lugar em importância no total da indústria brasileira de transformação, e contribui com 2,4% (expresso pelo conceito de valor adicionado) do PIB brasileiro. As Figura 8 - Participação da indústria de produtos químicos no PIB industrial e Figura 9 - Participação da indústria química no PIB brasileiro ilustram o exposto.

Figura 8 - Participação da indústria de produtos químicos no PIB industrial, 2009 - %



Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química - Abiquim (2010)

Figura 9 - Participação da indústria química no PIB brasileiro – valor adicionado (%)



Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química - Abiquim
Nota: Conforme a Abiquim, a importância relativa da indústria química na formação do PIB brasileiro é dada pelo conceito de valor adicionado (ou agregado), que se aproxima do seguinte, segundo dados de 2009: (US$ 103,3 bilhões* x 0.40) /US$ 1.577,26 bilhões = 2,6% do PIB.

Em termos mundiais, a indústria química brasileira ocupa a sétima posição, expressa pelo faturamento líquido, como mostra o Quadro 9 - Posição relativa da indústria química brasileira, seguinte.

Quadro 9 - Posição relativa da indústria química brasileira em 2010

país	**faturamento líquido US$ bilhões**
China	903
Estados Unidos	720
Japão	338
Alemanha	229
Coréia	139
França	137
Brasil	130
Índia	125
Itália	105
Reino Unido	94
Rússia	83
Holanda	73

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química – Abiquim (2011)

As empresas que atuam na indústria química brasileira são, em sua maior parte, grandes empresas transnacionais, conforme indica o Quadro 10 - As principais empresas da indústria química brasileira, incluído a seguir, que coteja valor de vendas com base nos resultados alcançados em 2009, de empresas associadas da Abiquim, excluindo as empresas de fertilizantes e defensivos, cuja principal atividade produtiva é a mistura de produtos. A maior empresa em valor de vendas é a

Braskem, empresa pertencente ao Grupo Odebrecht. Cabe observar, conforme será apresentado adiante, que a Braskem adquiriu a Quattor em 2010, o que provavelmente consolida sua posição como a principal empresa da indústria química brasileira, expresso pelas vendas anuais.

Quadro 10 - As principais empresas da indústria química brasileira

Empresa	Classificação	Vendas - 2009 US$ milhões	Crescimento - % 2009-2008	Origem do controle acionário
Braskem	1	10.484,5	-0,2	Brasil
Basf	2	3.193,8	-4,6	Alemanha
Bayer	3	2.359,4	0,5	Alemanha
Sygenta	4	2.101,0	1,1	Suíça
DuPont	5	1.746,6	-6,3	EUA
Dow	6	1.684,8	-17,5	EUA
White-Martins	7	1.572,5	n.d.	EUA
Rhodia	8	1.332,4	n.d.	França
Akzo-Nobel	9	1.281,9	n.d	Holanda
Quattor (*)	10	1.133,7	n.d.	Brasil
3M	11	1.123,2	-8,8	EUA
Monsanto	12	1.057,4	n.d.	EUA
Clariant	13	813,7	-7,0	Suíça
Oxiteno NE	14	776,2	-13,5	Brasil
Lanxess	15	695,2	-44,0	Alemanha
M&G Polímeros	16	661,0	-21,5	Itália
Solvay Indupa	17	577,5	-28,6	Bélgica
Oxiteno	18	533,8	-5,9	Brasil
Carbocloro	19	519,9	-10,3	EUA/Brasil
Henkel	20	517,3	n.d.	EUA
Innova	21	511,3	-23,8	Brasil

Fonte: Exame Melhores e Maiores (2010).
Nota: n.d. – não disponível; (*) A Quattor foi incorporada à Braskem em 2010.

As empresas de capital de origem nacional atuam na produção de petroquímicos básicos e de resinas, enquanto que as empresas de capital estrangeiro atuam na indústria brasileira ofertando produtos de maior valor agregado. Como aponta D'Ávila (2002), as empresas transnacionais fornecem ao mercado brasileiro produtos de forte conteúdo tecnológico, constantemente atualizado e ampliado, mediante apoio dos centros de P&D localizados nos países de origem.

Sob o ponto de vista da estratégia de atuação, como ocorre em outras indústrias, as empresas de capital estrangeiro operam com base em estratégia de atuação em esfera mundial, mas as empresas de capital nacional definem sua estratégia de atuação como orientada quase que exclusivamente para o mercado interno, exportando apenas excedentes de produção. Cabe apenas ressalvar, que a Braskem vem orientando sua estratégia para atuação também no mercado internacional, não apenas mediante produção doméstica voltada para o mercado externo, mas também por meio da instalação e operação de unidades produtivas no exterior.

A Braskem foi constituída em 2002, como resultado da incorporação dos ativos petroquímicos dos grupos Mariani e Odebrecht à Copene, a central de matérias-primas do pólo da Bahia[93], iniciando o processo de diminuição da pulverização da indústria petroquímica e do emaranhado de participações societárias cruzadas, bem como de integração vertical. Somente em 2007, foi concluído o processo de fusões e aquisições, resultando no retorno da Petrobras à indústria petroquímica, ainda na condição de sócio minoritário, e no controle da indústria petroquímica nas regiões Nordeste e Sul pela Braskem (grupo Odebrecht e Petrobras) e na região Sudeste pela Quattor (grupo Unipar e Petrobras). No início de 2010, a Braskem adquiriu a Quattor, sendo então formada a oitava maior empresa petroquímica mundialmente, expressa pela capacidade de produção de eteno, tendo 50,1% do capital votante pertencente ao grupo Odebrecht e 47% do capital votante à Petrobras.

A Braskem foi a primeira empresa brasileira integrada verticalmente na produção de petroquímicos básicos e de resinas termoplásticas (polietilenos, polipropileno e PVC), e atualmente encontra-se em posição de liderança na indústria petroquímica da América Latina, com atuação global. Como será abordado adiante, na seção 6.2 e no capítulo 7, a Braskem é ainda a maior e única fabricante do “polietileno verde”,

---

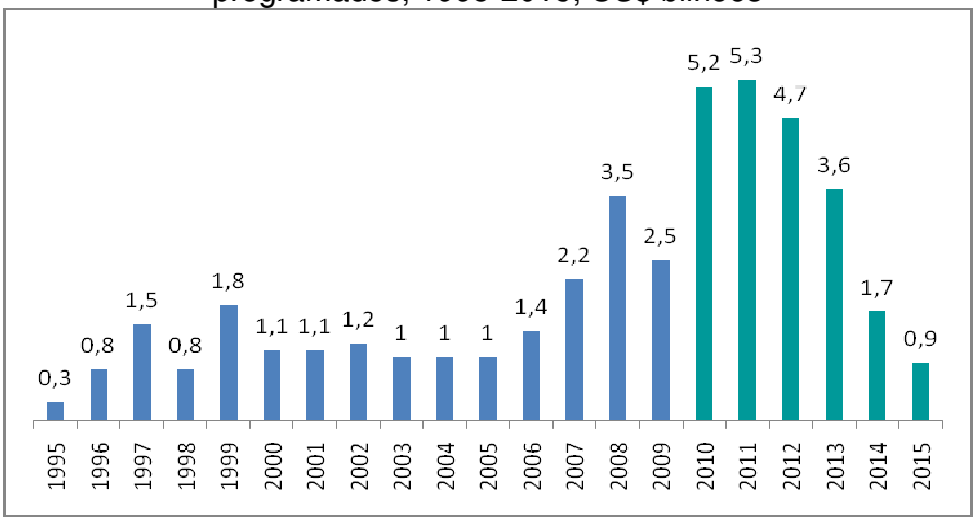
[93]O Banco Econômico, à época em processo de liquidação pelo Banco Central, controlava a Conepar S.A., empresa holding que por sua vez controlava a Norquisa S.A., que por sua vez detinha maioria do controle da Copene. O Banco Central realizou processo de leilão da Conepar, que durou cerca de dois anos,

i.e., de polietileno produzido a partir de eteno de etanol, e não de eteno de nafta ou gás natural.

No que concerne às grandes empresas transnacionais presentes no Brasil, tais como a Rhodia (Rhône-Poulenc), Dow Química, Basf, Bayer, Monsanto, DuPont, como anteriormente mencionado, estas têm atuação expressiva no mercado brasileiro, algumas delas atuando na indústria brasileira, antes da operação dos três pólos petroquímicos.

Quanto aos investimentos da indústria química brasileira, a Figura 10 - Produtos Químicos de Uso Industrial – Investimentos realizados e programados, seguinte indica os investimentos realizados e programados em produtos químicos de uso industrial, no período 1995 a 2015, conforme dados e estimativas da Abiquim (2010).

Figura 10 – Produtos Químicos de Uso Industrial – Investimentos realizados e programados, 1995-2015, US$ bilhões



Fonte: Abiquim (2010)
Notas: Entre 2007 e 2009, inclui investimentos de US$ 4,7 bilhões em projetos que ainda não entraram em operação; ■ estimativas.

No que concerne às fontes de matérias-primas, apesar dos produtos da indústria química serem produzidos a partir de diferentes fontes (*e.g.*, água do mar, carvão, minerais), a fonte principal de matéria-prima da indústria química, no Brasil e também no mundo, conforme já citado, é o petróleo e o gás natural, os quais têm contudo, como principal uso, a geração de energia para diferentes fins. De acordo com dados da ChemSystems *apud* Bastos (2009), somente 6% do total de petróleo

e gás processado no mundo são utilizados como matéria-prima na indústria química, e se considerado apenas o petróleo, somente 10% do petróleo processado são empregados na produção de nafta petroquímica.

O principal fornecedor da indústria química, no Brasil, é a Petrobras que produz a nafta originária do refino do petróleo, porém não em quantidade suficiente para a demanda petroquímica brasileira, a qual também é suprida por importações, a preços internacionais, cotação ARA - Amsterdã, Roterdã, e Antuérpia, realizada diretamente pelas empresas químicas. Até o final da década de 1990, a Petrobras detinha monopólio tanto da produção quanto da importação da nafta, principal insumo da indústria petroquímica, embora esta indústria também utilize o gás natural como matéria-prima. O monopólio da Petrobras foi rompido pela Lei Nº 9.478/1997, a chamada Lei do Petróleo, abrindo as atividades de exploração, produção, refino e transporte do petróleo à participação de empresas privadas ou não, de capital nacional e estrangeiro. Até o ano 2000, o preço da nafta comercializada pela Petrobras era subsidiado, mas atualmente, segue a cotação praticada internacionalmente. O custo da nafta responde por cerca de 70% do custo total da produção de petroquímicos básicos, como indicado anteriormente.

Com relação ao gás natural, também a Petrobras é o principal fornecedor do insumo, a preços referenciados aos Estados Unidos - gás de Mont Belvieu.

A cadeia produtiva da atividade petroquímica é geralmente referida como sendo composta por três estágios ou gerações: a primeira geração, a segunda geração e a terceira geração. A nafta resultante do refino do petróleo sofre processo de craqueamento produzindo os chamados petroquímicos básicos ou produtos da primeira geração – *e.g.*, os alifáticos, eteno, propeno, butadieno e os aromáticos, benzeno e tolueno. Os produtos de segunda geração são obtidos por processos de polimerização dos alifáticos, sendo obtidos, por exemplo, as resinas polietileno, polipropileno, poli(cloreto de vinila) - PVC. A terceira geração refere-se à transformação das resinas em produtos plásticos, tais como embalagens, peças, utensílios, componentes, tubos, brinquedos, realizada geralmente por processos físicos, como extrusão, injeção e sopro.

6.2 O USO DE FONTES RENOVÁVEIS COMO MATÉRIAS-PRIMAS NA INDÚSTRIA QUÍMICA

Esta seção apresenta um panorama do uso de fontes renováveis na indústria química no Brasil e no mundo. A subseção 6.2.1 mostra o histórico do uso do etanol para fins de geração de energia e como insumo químico no Brasil. As duas subseções seguintes tratam das ondas de inovações: na subseção 6.2.2 - o etanol de primeira geração; na subseção 6.2.3 - o etanol de segunda geração: biorefinarias e inovações para biocombustíveis e bioprodutos avançados. A subseção 6.2.4 discute a indústria de base renovável no Brasil

6.2.1. **Histórico do uso do etanol para fins de energia e como insumo químico**

O uso do etanol como combustível alternativo, conforme apresentado por Songstad e outros (2009) é anterior à "descoberta" do petróleo, por Edwin Drake, em 1859. Antes deste ano, a crise de energia envolvia a substituição do óleo de baleia utilizado para iluminação, cuja oferta diminuía progressivamente. Nesse período, Samuel Morey inventou o motor de combustão interna (patente de 1826), que era movido a uma mistura de etanol e terebintina.

A história do uso de fontes renováveis como matéria-prima para a indústria química no Brasil tem como origem a produção de etanol, a partir do Proálcool - Programa Nacional do Álcool. O Proálcool foi criado pelo governo brasileiro, em 14 de novembro de 1975, pelo Decreto n° 76.593, com o objetivo de reduzir o custo da importação de petróleo[94], visando substituir combustíveis automotivos fósseis, especialmente a gasolina derivada do petróleo, por um combustível renovável: o etanol. Primeiramente, o foco do Programa era o estímulo à produção de álcool anidro para mistura à gasolina, e posteriormente era a produção de álcool hidratado para uso diretamente como combustível automotivo.

Para Cavalcanti (1992), o Proálcool "nasceu da necessidade de 'salvar' a indústria do açúcar, em crise face aos baixos preços do açúcar no mercado internacional e sem condições objetivas de escoar a sua produção" (p. 1). Com efeito, como mostra

---

[94]O petróleo representava 40% da matriz energética brasileira e 80% do petróleo consumido era importado.

Dunham (2009), mediante a análise da legislação pertinente, a política governamental de estímulo ao uso do etanol como combustível, desde os primórdios, foi resultado de pressões dos produtores de açúcar para escoar os excedentes de produção, decorrentes das crises de superprodução de açúcar do final do século XIX e início do século XX, que deprimiam os preços e as margens de lucro. A fabricação de álcool para fins carburantes tinha o objetivo de absorver o excedente da produção de açúcar - "É preciso observar que a pressão surge dos industriais do açúcar, que percebem no álcool uma alternativa para reduzir os efeitos das repetidas crises no mercado açucareiro. Até o final da década de 1920 a ação dos agentes produtivos se limitou a FSI[95] de legitimidade para as novas aplicações do álcool. A pressão era dirigida ao governo, no ideal de que este solucionasse o problema da crise internacional do açúcar" (DUNHAM, 2009, p. 95).

Conforme estabelecido no decreto de criação do Proálcool, a produção do etanol oriunda da cana-de-açúcar, da mandioca[96] ou de qualquer outro insumo seria incentivada pela expansão da oferta de matérias-primas, com ênfase no aumento da produção agrícola, na modernização e ampliação da capacidade das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, bem como de unidades para armazenamento do produto[97].

O desenvolvimento do Proálcool pode ser descrito em cinco fases distintas: fase Inicial - 1975 a 1979; fase de afirmação – 1980-1986; fase de estagnação – 1986-1995; fase de redefinição – de 1995-2000; e fase atual (Biodieselbr, 2010)

A primeira fase do Proálcool teve como meta, o aumento da produção de etanol para uso em mistura à gasolina, apesar do etanol ser utilizado como tal, desde os anos

---

[95] FSI - Funções dos Sistemas de Inovação são os eventos que contribuem para o desenvolvimento, aplicação e difusão de novas tecnologias, conforme Dunham (2009)

[96]Diversos estudos visando a utilização da mandioca, alternativamente à cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de etanol, foram desenvolvidos especialmente por instituições de pesquisa públicas e privadas, como o Instituto Nacional de Tecnologia, o Cenpes (Petrobras) e o Centro de Tecnologia Promon. Apesar de apresentar resultados vantajosos em termos técnicos, a utilização da mandioca como matéria-prima para produção de etanol não foi adotada comercialmente.

[97]Na implementação do Proálcool, foi estabelecida relação de paridade de preços entre o álcool e o açúcar para o produtor e incentivos de financiamento para as fases agrícola e industrial de produção do etanol. A partir de 1979, com o advento do veículo movido exclusivamente a etanol, foram adotadas políticas de preços relativos entre o álcool hidratado combustível e a gasolina, nos postos de revenda, de forma a estimular o uso do etanol com combustível.

1930, porém em menores concentrações[98]. Nessa fase, o esforço principal coube às destilarias anexas. A produção de etanol aumentou de 600 milhões de litros/ano (1975-76) para 3,4 bilhões de litros/ano (1979-80). O transporte, a distribuição e a comercialização do etanol, inicialmente atribuídos à Petrobras, foram realizados pelas empresas produtoras de petróleo. Em 1978, é iniciada a fabricação de carros movidos exclusivamente a etanol, o que leva à consolidação do Programa.

Com o segundo choque do petróleo (1979-80) o preço do barril de petróleo triplicou e as compras desse produto passaram a representar 46% da pauta de importações brasileiras, em 1980. O governo, então, resolve adotar medidas para implementação plena do Proálcool, criando organismos como o Conselho Nacional do Álcool - CNAL e a Comissão Executiva Nacional do Álcool - CENAL. É a fase de afirmação do programa.

Em 1980, a conjuntura internacional voltou a se apresentar favorável para o comércio internacional do açúcar. Os preços internacionais ultrapassaram US$ 1.000/t e as exportações brasileiras de açúcar voltaram a aumentar sua participação na pauta de exportações totais, atingindo sua maior participação no período (5%). Em 1981, os preços reduzem-se praticamente à metade, mas ainda permaneceram elevados (da ordem de US$ 535/t), fazendo com que as exportações se mantivessem, grosso modo, estáveis.

No ano de 1982, o Brasil exportou US$ 3 bilhões a menos do que no ano anterior (Carneiro e Modiano, 1990, p.328). Tal tendência também foi verificada em relação às exportações de açúcar, que apresentaram novamente uma queda tanto no seu volume, quanto no seu valor. Já as produções de cana-de-açúcar e álcool caminharam em sentido contrário a esse desempenho, apresentando um crescimento da ordem de 19% e 14%, respectivamente.

Conforme o discurso governamental da época, o balanço da primeira década do Proálcool foi positivo: a produção de etanol alcança os 11 bilhões de litros de álcool,

---

[98]O Decreto n° 19.717, de 1931 torna obrigatória a adição de álcool anidro à gasolina importada, na proporção de 5%. Entre 1934 e 1973, o etanol foi misturado com a gasolina, em concentrações variando entre 4 e 6%.

superando em 15% a meta inicial do governo de 10,7 bilhões de l/a para o fim do período; as importações de petróleo bruto entre 1975-1985 caem de 40 milhões de m^3 para 31 milhões de m^3; o sistema sucroalcooleiro gera oitocentos mil empregos diretos e duzentos e cinqüenta mil indiretos; os carros movidos a etanol, que em 1979 respondiam por 0,46% do total de veículos de ciclo Otto (passageiros e de uso misto) produzidos no país, respondem por 26,8% em 1980, atingindo um teto de 76,1% em 1986; os carros movidos a etanol e a mistura de álcool à gasolina reduzem os níveis de poluição ambiental nas grandes cidades (pela eliminação do chumbo presente na gasolina e pela redução das emissões do monóxido de carbono); e o etanol é uma fonte de energia alternativa sob controle do governo brasileiro.

A partir de 1986, o Proálcool entra em processo de estagnação. O cenário de preços internacionais de petróleo se modifica significativamente: os preços do barril de petróleo bruto caem de US$ 30 a 40 para US$ 12 a 20, determinando mundialmente uma revisão dos programas de substituição de combustíveis fósseis e de uso eficiente da energia em todo o mundo. Houve redução do incentivo do governo brasileiro a projetos de desenvolvimento de fontes energéticas alternativas ao petróleo, resultando em decréscimo no volume de investimentos em tais projetos.

A produção de etanol se manteve praticamente constante no período 1985-1990, em função dos baixos preços pagos aos produtores de álcool a partir da queda dos preços internacionais do petróleo[99], que não eram atrativos para a produção de etanol. Assim, a oferta de etanol não foi suficiente para suprir a demanda de veículos movidos a etanol, que respondiam em 1985, por mais de 95% das vendas totais de veículos de ciclo Otto, no mercado interno. O consumo de veículos movidos a etanol continuava sendo estimulado pelo governo, na medida em que mantinha a política de menores impostos nos veículos a álcool, quando comparados àqueles a gasolina, significando preços relativamente atrativos dos veículos movidos a etanol. Por outro lado, nesse período, passa a vigorar a exigência da legislação ambiental de manter o teor de etanol misturado com a gasolina em 22%.

---

[99] Os preços pagos ao produtor eram determinados em função do preço internacional do petróleo.

Em 1991, é determinado por Decreto, o fim do Proálcool. Na primeira metade dos anos 1990, há escassez de etanol, e a demanda é suprida via importações. Com o fim do subsídio governamental à produção de etanol, este produto perde atratividade frente ao seu concorrente direto, a gasolina.

A partir de 1990, pela "abertura da economia brasileira", houve incremento na importação de veículos automotivos, os quais utilizavam exclusivamente gasolina e diesel. Em 1993, o governo brasileiro introduziu a política de incentivos para o “carro popular", de até 1000 cilindradas, desenvolvido para ser movido a gasolina. No que concerne à política da indústria automobilística no Brasil, esta optou pela fabricação de modelos e motores padronizados mundialmente, na versão à gasolina. Assim, há declínio das vendas de carros a álcool.

Em fins de 1995, o governo federal revê o Proálcool e decide voltar a incrementá-lo, mas as montadoras haviam reduzido drasticamente a fabricação de veículos movidos a etanol, ao mesmo tempo em que os usineiros escolheram produzir açúcar, pela alta cotação internacional, em detrimento da produção de etanol para ser vendido à Petrobras. A exportação de açúcar passou de um milhão de toneladas em 1990 para até dez milhões de toneladas por ano.

Nesse contexto, foi criado por decreto, em 1997, o Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool – CIMA, para regular a indústria sucroalcooleira. Em 1998, o governo decidiu pela elevação do teor de etanol anidro combustível adicionado à gasolina obrigatório em 22% em todo o território nacional até o limite de 24%. Entre 1998 e 2000, os veículos movidos a etanol responderam por cerca de 1% da produção.

Mais de trinta anos após o início do Proálcool, o Brasil experimenta uma expansão da área plantada de cana-de-açúcar, com o objetivo de ofertar etanol em grande escala. Contudo, tal expansão foi resultado de política empresarial e não de política governamental. Em 2003, foram introduzidos no mercado pela Volkswagen, os veículos bicombustíveis ou "*flex-fuel*", *i.e.*, veículos movidos a etanol ou gasolina em qualquer proporção, dotados de sensores eletrônicos que reconhecem o combustível e automaticamente ajustam os parâmetros de combustão do motor. As vendas de

veículos leves *flex* ultrapassaram as vendas de veículos monocombustível, a partir de 2006, fabricados por diferentes empresas, tais como Volkswagen, GM, Fiat, Citroën, Honda, Mitsubishi, Toyota, Renault, Peugeot, Nissan. Em 2009, iniciou-se a comercialização de motocicleta flex, pela Honda (Szwarc, 2010). O uso em "escala piloto" do etanol como combustível vem sendo experimentado em outras aplicações, tais como ônibus, aviões de pequeno porte na agricultura, aviões comerciais (Szwarc, 2010).

6.2.2 **As ondas de inovações - etanol de primeira geração**

Ao longo do desenvolvimento do Proálcool, foi necessário, dentre outras políticas governamentais e empresariais, o fomento a pesquisas visando o aumento da produtividade do etanol, tanto no nível agrícola quanto no nível industrial.

O custo de produção do etanol é principalmente função do custo de produção da cana-de-açúcar, do custo do processamento da cana-de-açúcar, e da taxa de conversão da sacarose em etanol. O nível agrícola concentra em média cerca de 60% dos custos de produção do etanol (Biodeselbr, 2010).

As pesquisas dirigidas ao aumento da produtividade na indústria sucroalcooleira passaram por três fases distintas: a partir de 1975, busca por maior produtividade industrial; a partir de 1981-1982, procura por maior eficiência na conversão de sacarose para o produto final, bem como por reduções no custo do processamento da cana; e a partir de 1985, gerenciamento global da produção agrícola e industrial, incluindo planejamento e controle da produção da cana, integrado com a produção industrial.

No período 1976-1996, os custos de produção do etanol decresceram, de cerca de US$ 90/bep para cerca de US$ 45/bep, correspondente a uma taxa anual média de redução de 2 a 3% (Biodeselbr, 2010).

No nível agrícola, a produtividade média da cana-de-açúcar aumentou de 50 a 60 t/ha em 1975 para 75 a 85 t /ha em 1996, como resultado de: melhoramento genético nas variedades de cana-de-açúcar; gerenciamento da produção agrícola

com a utilização de mapas de solos, usos de imagem de satélite para identificação varietal e aperfeiçoamento do manejo em geral; redução do consumo de combustíveis na colheita, pela evolução na mecanização da colheita e pelo transporte de maior quantidade de cana por viagem; pela utilização de equipamentos para a colheita de cana crua; pelo manejo de resíduos agrícolas, especialmente pelo aproveitamento do vinhoto e limpeza da cana a seco, sem a necessidade de lavagem; e pela utilização do vinhoto, rico em fósforo e potássio, como fertilizante (Biodeselbr, 2010).

No nível industrial, a produtividade média de conversão de cana-de-açúcar em etanol cresceu de 75 l/t em 1985 para 85 l/t em 1996, em decorrência do aumento do índice de extração do caldo na moagem da cana, de 92%, no início do Proálcool (1975), para 97%, bem como de pequenas modificações em equipamentos e no sistema operacional, que elevaram a capacidade de moagem em 45%; do tratamento e fermentação do caldo, primeiramente, controle biológico e, em seguida, fermentação contínua (mais de 230% de produtividade em relação a 1975); por melhorias nos equipamentos de destilação - aumento da capacidade de acordo com o grau alcoólico da mistura; e por melhorias na eficiência energética - no período 1980-1995, o percentual de auto-suficiência em energia elétrica nas usinas passou de 60% para 95% (diversas usinas vendem excedentes de energia para a rede elétrica) (Biodeselbr, 2010).

Assim, no que concerne à produtividade agrícola, a produtividade da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, que responde por 60% da produção brasileira do produto, experimentou aumento de 33%, no período 1977-2003, de 66 t/ha, em 1977 para 80 t/ha, em 2003. Houve melhoria na qualidade de cana-de-açúcar, expressa pelo teor de sacarose, que em 1988 era de 14% e em 2003, era de 14,6%. O custo do processamento da biomassa decresceu significativamente nos anos 1980 e 1990, e tem se mantido estável nos anos 2000. No que concerne aos avanços tecnológicos, a tecnologia alcançou a maturidade, nos últimos cinco anos, conforme Horta Nogueira (2008).

Galhardo e Baccarini (2010), em estudo que visa analisar a influência das variações dos preços do etanol e do açúcar na composição do *mix* produtivo no setor

sucroalcooleiro, no período 2003-2009, apontam que a relação de preços favorecia a produção de açúcar nos anos de 2004, 2005 e 2007, e favorecia a produção de etanol em 2006, 2008 e 2009. Porém, no ano de 2004, a variação do *mix* produtivo não ocorreu como previsto, ou seja, a variação na quantidade produzida de etanol foi maior que a de açúcar. Quanto ao uso do etanol em substituição à gasolina, Leonel (2010) mostra que, de acordo com a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - FIPE, o poder calorífico do motor a álcool representa 70% do poder calorífico dos motores à gasolina. Assim, o uso do etanol deixa de ser vantajoso em relação à gasolina, quando o preço do álcool representa mais de 70% do valor da gasolina.

Segundo Szwarc (2010), dois fatores principais contribuíram para o crescimento da produção de etanol no Brasil: aumento do consumo de veículos *flex* no mercado interno, e aumento do interesse no etanol no mercado internacional, em decorrência de questões ambientais (aquecimento global, emissões locais), soberania em energia (dependência de petróleo estrangeiro) e desenvolvimento rural.

Nesse contexto, o uso do etanol como combustível alternativo – simultaneamente uma “inovação de produto”, “de processo”, “de modelo de negócios”, etc. -, foi resultado de uma lógica interna do processo de inovação, bem como determinado por uma configuração de forças econômicas, sociais e políticas.

Ollinaho (2010), em estudo que analisa o discurso governamental sobre etanol, no Brasil e nos Estados Unidos, conforme noticiado nos principais jornais desses países, aponta que o desenvolvimento da indústria de etanol foi muito mais determinado por questões político-econômicas do que pela busca de fontes renováveis de energia. Os governos desses países estiveram muito mais atados aos interesses das grandes empresas, principalmente daquelas de energia, do que comprometidos com o desenvolvimento sustentável.

Assim, para Ollinaho (2010), não são exatamente a tecnologia e os benefícios econômicos e ambientais que devem ser desenvolvidos e legitimados, mas a máquina política e, sobretudo a “economia política mais ampla” que devem ser transformadas. “Não é apenas combater o *lobbying* das grandes empresas de combustíveis fósseis, mas desmascarar e questionar o sistema no qual essas

atividades que impedem mudança é tributado como natural ou benéfico. Isso não é fácil, já que o sistema não é algo visível, é inegavelmente, completamente institucionalizado.” (p.18)

A indústria brasileira de etanol foi baseada em inovações incrementais e tecnologias adquiridas. Desse modo, nos últimos trinta anos, no que concerne à dinâmica tecnológica da indústria do etanol, esta apresenta uma trajetória de inovações nos processos industriais e agrícolas, que contribuíram para expressivo aumento da produtividade dessa indústria no Brasil, tanto no nível industrial quanto no nível agrícola. No primeiro nível, a produtividade parece estar próxima ao limite, mas no nível agrícola, ainda há espaço significativo para aumento da produtividade (Bomtempo, 2009).

Conforme Goldemberg e Guardabassi (2010), Almeida, Bomtempo e Souza e Silva (2007) e CGEE/NIPE (2009), a indústria brasileira de etanol de primeira geração pode assim se manter competitiva por muitas décadas.

Segundo Cherubini (2010), os bioprodutos obtidos a partir de fontes renováveis de primeira geração são geralmente referidos como aqueles obtidos a partir de matérias-primas também empregadas como alimento humano e animal. De modo a suplantar as questões éticas, ambientais e políticas envolvidas, a produção de etanol e outros bioprodutos vem sendo mundialmente desenvolvida, a partir de resíduos e outras matérias-primas que não competem com alimentos.

O Proálcool, desde sua criação incentivou pesquisas para a utilização do etanol em substituição à nafta como matéria-prima petroquímica para produção de eteno – a chamada Alcoolquímica, apesar do foco do programa ser a utilização do etanol como combustível automotivo[100].

Como exposto por Rodrigues (1980), praticamente, todos os produtos alifáticos derivados da nafta podem ser obtidos a partir do bioetanol. No entanto, a rota alcoolquímica para produção de eteno tornou-se economicamente mais adequada a

---

[100] No Brasil, o etanol não combustível é principalmente empregado na produção de bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos e químicos.

projetos que demandavam pequenas capacidades, que exigiam a ausência de subprodutos e que atendiam a esquemas regionais de suprimento de matérias-primas. Conforme o autor, a desidratação catalítica do etanol remonta ao final do século XVIII, mas somente no século XX, esse processo integrou atividades de pesquisa para fins industriais. Desde então, muitos estudos foram desenvolvidos para otimização de tal tecnologia, visando principalmente o desenvolvimento de novos catalisadores, que contribuíssem para a diminuição de custos de produção.

Bomtempo (2009) sustenta a necessidade de distinguir a dinâmica de inovação da indústria hoje existente, de primeira geração, que produz essencialmente etanol e biodiesel, da dinâmica de inovação tecnológica em curso que pode impulsionar a indústria a uma nova estrutura competitiva, na medida em que tem como base um processo complexo, no qual co-evoluem combinações de dimensões tecnológicas, organizacionais, comerciais e de regulamentação, e que se insere em um ambiente de incertezas envolvendo o próprio papel dos biocombustíveis, nos médio e longo prazos. A concorrência na indústria de primeira geração – etanol e biodiesel é fundamentada muito mais no desempenho em termos de produtividade da matéria-prima do que em termos de eficiência nas tecnologias de conversão. Em escopo amplo, a concorrência é baseada no desempenho comparativo aos hidrocarbonetos.

6.2.3 **As ondas de inovações - etanol de segunda geração: biorefinarias e inovações para biocombustíveis e bioprodutos avançados**

Quanto à segunda geração, Bomtempo (2009) aponta a diversidade de alternativas tecnológicas, que se apresenta na forma de inovações relacionadas a novas matérias-primas - diferentes vegetais, algas, modificação genética; a novos produtos, envolvendo diferentes graus de complexidade e em distintos estágios de desenvolvimento, de bancada a plantas de demonstração; a presença de diferentes atores; bem como a novos processos com diferentes bases de conhecimento – no âmbito do conceito de biorefinaria.

Na visão do CGEE (2010), o

> conceito de biorefinaria foi construído por grupos de pesquisa internacionais que buscavam o desenvolvimento de tecnologia para a

> produção de etanol de segunda geração, ou seja, aquele produzido a partir de resíduos de composição lignocelulósica (CGEE, 2010, p. 21).

O conceito de biorefinaria considera uma perspectiva multipropósito, na qual a biomassa é explorada em diversas correntes e processos, em analogia a uma refinaria de petróleo, onde são produzidos biocombustíveis (*e.g.*, etanol) e bioprodutos (*e.g.*, polietileno de etanol).

De acordo com a IAE (2009), as biorefinarias foram inicialmente classificadas em duas categorias conforme o uso da biomassa a ser processada: o processamento para fins energéticos (*energy-driven biorefinery*) e o para fins de obtenção de diferentes produtos (*product-driven biorefinery*), *e.g.*, intermediários químicos e farmacêuticos, concomitantemente à utilização de co- e subprodutos na geração de energia para uso cativo ou não. Posteriormente, essa taxonomia foi reformulada em função da eficiência no custo de produção de biocombustíveis para uso em transporte, considerando as características que identificam, classificam e descrevem os diferentes sistemas de biorefinaria: plataformas (*e.g.*, açúcares C5/C6, gás de síntese, biogás); energia/produtos (*e.g.*, bioetanol, biodiesel/produtos químicos, materiais, alimentos), matérias-primas (*e.g.*, produtos agrícolas e resíduos de biomassa) e processos de conversão (*e.g.*, bioquímico, termoquímico, químico e mecânico).

Para o CGEE (2010), a dinâmica da inovação da indústria de biocombustíveis será resultante da viabilização de biorefinarias integradas com o conceito de exploração de biomassa no lugar da produção única de combustíveis, na medida em que

> a ineficiência (ambiental e econômica) da produção de etanol a partir de milho nos Estados Unidos tem impulsionado fortemente o conceito de biorefinaria, com grandes dotações de recursos pelo US Department of Energy (US DOE) e National Resource Ecology Laboratory (NREL) para construção de unidades piloto e de demonstração (CGEE, 2010, p. 334).[101]

---

[101] Cabe lembrar o modelo fracassado de construção de uma “indústria de química fina” no Brasil, à semelhança do modelo da indústria petroquímica, onde a Nitroclor Produtos Químicos S.A. (empresa do Grupo Norquisa) funcionaria como a central de matérias-primas. Ver também nota 103 adiante.

Por outro lado, os movimentos de empresas estrangeiras e nacionais de diferentes portes reforçam a busca por fontes renováveis como matérias-primas, associadas ou não ao conceito de biorefinaria, no âmbito de suas estratégias de crescimento no longo prazo, conforme mostra o Quadro 11 – Exemplos de projetos envolvendo o uso de fontes de matérias-primas renováveis seguinte.

Quadro 11 – Exemplos de projetos envolvendo o uso de fontes de matérias-primas renováveis

empresa	**projeto**	**características**				
		background	**matéria-prima**	**processo**	**produto**	**estágio**
Abengoa	etanol	tecnologia	celulósica	bioquímico	etanol	piloto 2007, demo 2009
ADM/Metabolix	PHA (poliidroxialcanoatos)	agronegócio, biotecnologia			bioplástico	piloto; teste de mercado
Alellyx	cana-de-açúcar	biotecnologia, genética	cana-de-açúcar			
Allylix	sesquiterpenos	biotecnologia, enzimas	açúcares	fermentação	aromatizantes e fragrâncias	teste de mercado
Algenol	etanol		algas	bioquímico	etanol	piloto, em construção com a Dow
Amyris	isoprenóides	biotecnologia	cana-de-açúcar	fermentação	diesel *"drop in"*	piloto (2009), demo (2009)
Anellotech	bio-óleo	químico, início de operação 2009	resíduos florestais	pirólise		laboratório pesquisa
Arbogen		biotecnologia, genética	plantas			
Aurora	biodiesel		algas			piloto mais de 2 anos
Avantium	HMF (hidróxi-metilfurfural)	catálise, 2000	resíduos agrícolas	catálise química	plataforma HMF (hidróxi-metilfurfural)	piloto
Bioamber	ácido succínico	ácido succínico				unidade em construção, 2.000 t/a
Bluefire	etanol		resíduos municipais	hidrólise ácida	etanol	unidade comercial planejada
Butalco	butanol	Biotecnologia, início operação, 2007	açúcares C5/C6 de lignocelulose	fermentação	biobutanol e bioetanol	piloto
Butamax	biobutanol	JV DuPont/BP	açúcares	fermentação	biobutanol	demo 2010
Cana Vialis	cana-de-açúcar	biotecnologia	cana-de-açúcar			
Cellana	biodiesel	Shell	algas			piloto

Quadro 11 – Exemplos de projetos envolvendo o uso de fontes de matérias-primas renováveis – cont.

empresa	**projeto**	**características**				
		background	**matéria-prima**	**processo**	**produto**	**estágio**
Ceres	plantas	biotecnologia, genética	gramínea *panicum virgatum (switchgrass*), outros			
Choren	BTL (*Biomass To Liquids*)	criada em 1990	resíduos florestais	gaseificação e fermentação	combustíveis líquidos	piloto 1997, demo, 2008
Cobalt	butanol	biotecnologia		fermentação	butanol	piloto
Codexis	biogasolina	biocatalisadores		biocatalisadores	biogasolina	pesquisa; Shell
Coskata	etanol	início de operação, bioenergia	flexível	gaseificação e fermentação		piloto; demo 2009
Dedini	etanol	tecnologia	bagaço	hidrólise ácida	etanol	piloto
DSM Roquette	ácido succínico	química, biotecnologia			ácido succínico	demo em construção na França
DuPont Danisco	etanol	química, enzimas	celulósica	bioquímico	etanol	demo 250 kgal/a em construção
Enerkem	metanol, etanol	início de operação bioenergia, 2000	flexível	gaseificação e fermentação	metanol	piloto desde 2003; demo
Envergent	bio-óleo	JV UOP e Ensyn	resíduos florestais	pirólise	combustíveis “*drop in*”	piloto
Fulcrum	etanol	início de operação bioenergia 2007	resíduos municipais	gaseificação e fermentação	etanol	unidade comercial planejada
Genencor	bio-isopreno	inicialmente JV Genetech e Corning Glassworks, atualmente divisão da Danisco, enzimas, parceria com Goodyear	Açúcares derivados de cana-de-açúcar, milho, sabugo de milho, *switchgrass*, entre outras biomassas	fermentação	bio-isopreno	unidade comercial planejada
Gevo	biobutanol	Total	celulósica	bioquímico	biobutanol	demo: 1 mi gal/a

Quadro 11 – Exemplos de projetos envolvendo o uso de fontes de matérias-primas renováveis – cont.

empresa	**projeto**	**características**				
		background	**matéria-prima**	**processo**	**produto**	**estágio**
Glycos	biocombustíveis e bioprodutos	Biotecnologia, início de operações 2007	glicerinas e outras gorduras	fermentação	bioetanol, ácido lático, ácido succínico	piloto
IneosBio	etanol			gaseificação, fermentação	etanol	demo em construção
Iogen	etanol	enzimas, 70's	resíduos florestais	bioquímico	etanol	piloto, demo desde 2004; 2,5 mi l/a
Joule				bioquímico	*"drop in"* combustíveis	piloto
KiOR	bio-óleo	início de operação bioenergia 2007	resíduos florestais	catálises	combustíveis "*drop in*"	pesquisa
Kumho Petroquímico	biodiesel	petroquímico, Coréia	algas	transesterificação	biodiesel	piloto em construção
LS9	combustíveis líquidos, químicos	biotecnologia		fermentação	combustíveis "*drop in*"	demo em construção
Martek	biodiesel	biotecnologia, algas	açúcares de algas		combustíveis "*drop in*"	pesquisa
Mascoma	etanol	biotecnologia, 2005	celulósica	bioquímico, 1 etapa	etanol	demo
Mendel	gramínea *miscanthus*,	biotecnologia, 1997			sementes	piloto e demo
Myriant	ácido succínico, químicos	biotecnologia			ácido succínico	produção para *tolling*
Novozymes	enzimas	enzimas		bioquímico	enzimas	nova geração em 2010
PennAKen	Me-THF (2-metil-tetraidrofurano)	hidrogenação catalítica- furanos e furfural	sabugo de milho e cana-de-açúcar	síntese química	Me-THF (2-metil-tetraidrofurano)	teste de mercado
Petroalgas				coqueamento	combustíveis *"drop in"*	demo
Poet	etanol	etanol de milho	sabugo de milho	bioquímico	etanol	piloto 20 mil gal/a

Quadro 11 – Exemplos de projetos envolvendo o uso de fontes de matérias-primas renováveis – cont.

empresa	**projeto**	**características**				
		background	**matéria-prima**	**processo**	**produto**	**estágio**
Qteros	etanol		celulósica	fermentação – 1 etapa para etanol	etanol	piloto em construção
Range Combustíveis	etanol	início de operação bioenergia 2006	madeira	termoquímico	etanol	piloto, comercial em construção
Reluceo	biopolímeros	biotecnologia, início de operações 2010	açúcares C5/C6 de celulose e hemicelulose		biopolímeros	demo
Sapphire	algas	biologia sintética	algas	biologia sintética	óleo cru verde	piloto
Solazyme	produtos de algas		algas	celulósica algas	combustíveis *"drop in"*, especialidades	
Synthetic Genomics	algas	biologia sintética	algas	biologia sintética	combustíveis *"drop in"*	laboratório pesquisa
Synthezime	PHA (poliidroxialcanoatos)	Biocatálise, enzimas	gorduras	fermentação	biomonômeros, biotensoativos, biopesticidas	laboratório
UOP Aquaflow	captura de CO2	tecnologia		pirólise	bio-óleo	
Vercipia	etanol	JV Verenium BP	celulósica	bioquímico	etanol	demo 36 mi gal/a
Verenium	etanol	enzimas	cana-de-açúcar bagaço	bioquímico	etanol	piloto, demo em construção
Virent	biogasolina	química, Shell	açúcares	químico, BioForming®	combustíveis *"drop in"*	demo em construção
ZeaChem	etanol			gaseificação, fermentação	etanol	demo em construção
Ze-Gen	gaseificação		flexível	gaseificação metal fundido	gás de síntese	tecnologia demo

Fonte: Adaptado de CGEE (2010), p. 367-373.

6.2.4. **A indústria de base renovável no Brasil**

O uso de fontes renováveis pela indústria química brasileira vem sendo representado desde 2010, pela produção e comercialização, de polietileno de eteno de etanol, pela Braskem, como mencionado anteriormente, no subseção 6.1.1.

O Quadro 12 - Exemplos de unidades químicas no Brasil, que utilizam ou utilizarão fontes renováveis como matérias-primas, seguinte, relaciona algumas unidades químicas, no Brasil, baseadas em fontes renováveis como matérias-primas, em dezembro de 2010.

Quadro 12 - Exemplos de unidades químicas no Brasil, que utilizam fontes renováveis como matérias-primas, posição em dezembro de 2010.

empresa	**produto**	**matéria-prima**	**início de operação**	**aplicação**
Braskem	eteno	etanol de cana-de-açúcar	2010	polietileno
	polietileno (comercial, 200 mil t/a)	eteno de etanol	2010	embalagens, peças automotivas, brinquedos
	polietileno (projeto - 400.000 t/a)	eteno de etanol	2014	embalagens, peças automotivas, brinquedos
	propeno (projeto –engenharia - comercial em implantação – 30 mil t/a)	etanol de cana-de-açúcar	2013	polipropileno
	polipropileno (projeto)	propeno de etanol	2013	embalagens, peças automotivas
Oxiteno	etilenoglicol e propilenoglicol (projeto)	biomassa de cana-de-açúcar		embalagens PET
PHB Industrial	PHB - poliidroxibutirato (piloto - 60 t/a; comercial -10 mil t/a, em suspenso)	cana-de-açúcar	2008 - piloto	tubetes e outros descartáveis
Amyris do Brasil	isoprenóides (comercial em implantação)	cana-de-açúcar	2011-2012	aromatizantes, fragrâncias, cosméticos, lubrificantes, polímeros e aditivos
Dow/Mitsui (*)	polietileno e outros biopolímeros (projeto)	etanol de cana-de-açúcar	2013	embalagens flexíveis e de alta performance (cosméticos e higiene e limpeza)
Solvay	eteno (comercial em implantação – 60 mil t/a)	etanol de cana–de-açúcar	2012	PVC
	PVC (comercial em implantação – 60 mil t/a)	eteno de etanol	2012	embalagens, tubos e conexões

Fonte: levantamentos próprios
Nota: (*) inicialmente, associação entre Dow e Crystalserv. Esta desistiu do empreendimento.

Como esperado, pelo lado da demanda, empresas da ponta da cadeia produtiva vêm incluindo o uso de renováveis em seu portfólio de produtos: a Coca-Cola com a chamada *PlantBottle™*, que contém até 30% de material baseado em fontes renováveis; a Toyota Tsusho que tem como meta utilizar materiais renováveis ou reciclados em 15% das peças em resinas; a Johnson & Johnson na embalagem do filtro solar Sundown® Gold; a Natura na embalagem 100% polietileno verde dos refis do sabonete cremoso Erva Doce; a Tetra-Pak na tampa 100% polietileno verde de algumas das embalagens; a Brinquedos Estrela, nas peças de jogo Banco Imobiliário Sustentável, a Embalixo, nos sacos de lixo; a Danone, na embalagem de Danoninho e de Activia; a Shiseido, nas embalagens de alguns de seus cosméticos, entre outras (Braskem, 2011; Szwarc, 2010; ABIHPEC, 2011).

A competitividade brasileira em etanol de cana-de-açúcar é considerada sustentável no longo prazo, na medida em que o etanol celulósico ainda é dado como um grande desafio a ser enfrentado, em termos de tecnologia e de economicidade (Goldemberg e Guardabassi, 2010; Horta Nogueira, 2009). No entanto, a posição brasileira se encontra especialmente ameaçada, se tomado o advento de uma nova indústria de biocombustíveis e de bioprodutos, com base em tecnologias que ultrapassam o desafio do etanol celulósico, este último, ainda objeto da maior parte das pesquisas em desenvolvimento no país (Bomtempo, 2010a).

Inúmeras alternativas tecnológicas foram desenvolvidas, estão em desenvolvimento e em estudo hipotético. Como apresentado por Bomtempo (2010b), a dinâmica da inovação na indústria de biocombustíveis e de bioprodutos do futuro deverá ser bastante distinta da dinâmica da indústria brasileira do etanol, na medida em que envolverá pesquisas com novas e diferentes matérias-primas, processos e produtos. Até mesmo o uso do etanol como combustível pode perder relevância quando comparado a outros combustíveis de maior eficiência energética e facilmente adaptável aos motores e à infra-estrutura de distribuição e transporte atualmente disponível.

Assim, a perspectiva analítica pode ser ampliada de modo a considerar o complexo processo de construção da indústria química de base renovável do futuro, do ponto de vista tecnológico. Nessa nova conformação de indústria, ainda em início do ciclo de vida,

encontram-se inter-relacionadas inúmeras alternativas em matérias-primas, tecnologias de conversão e novos produtos, além do etanol, como adverte Bomtempo (2010b, 2010c).

O Quadro 13 - Três arenas na indústria de biocombustíveis e de bioprodutos seguinte apresenta três diferentes arenas na indústria de base renovável, conforme Bomtempo (2010c).

Quadro 13 - Três arenas na indústria de biocombustíveis e de bioprodutos, conforme Bomtempo (2010c)

Arena	**Estrutura Industrial**	**Base de Competição**	**Oportunidade**	**Estágio tecnológico**	**Posição Brasileira**
Etanol	Dada, mas evoluindo	posicionamento	Indústria de *commodities*	Maduro, mas evoluindo	Muito forte
Novos biocombustíveis e bioprodutos	Fluida	Inovação	Diversificada (*commodities*, especialidade)	Laboratório piloto/demo	Potencialmente forte, mas ainda fraca.
Indústria integrada em biomassa	Aberta, a ser moldada	Inovação	Aberta, a ser explorada	Laboratório	Fraca

Fonte: Bomtempo (2010c)

Segundo aponta Bomtempo (2010c), a posição da indústria brasileira na arena competitiva com base em etanol (primeira e segunda gerações) pode ser mantida, mesmo com a evolução de novas tecnologias de conversão e novas e melhores matérias-primas. Contudo, em termos de posicionamento tecnológico, a indústria brasileira está construída com base em tecnologias adquiridas embarcadas em equipamentos e incorporadas em projetos de engenharia. As novas tecnologias de conversão devido à sua complexidade tendem a ser proprietárias. Da mesma forma, em relação a novos combustíveis e bioprodutos e à indústria integrada em biomassa (*e.g.*, o Brasil não domina a tecnologia

de produção de biocatalisadores), o que leva a uma fraca posição brasileira tanto em novos biocombustíveis e bioprodutos quanto na indústria integrada em biomassa, de acordo com Bomtempo (2010c).

Por outro lado, a concorrência em escopo amplo abre espaço para inovações que podem restringir ou ampliar o papel dos biocombustíveis automotivos no futuro da oferta de energia, tais como carro elétrico, carro a água, células combustível a hidrogênio, e também as fontes energéticas para fins não-automotivos, como as diferentes fontes de "energia livre" (*e.g.*, solar, maremotriz, eólica) e a chamada "nova energia" [102], alternativas energéticas capazes de iniciar o estabelecimento da Era Pós-"Hidrocarbonetos como Combustíveis".

Assim, enquanto as estratégias e políticas de inovação, empresariais e governamentais, continuarem a ter o etanol como foco, a posição brasileira nas duas arenas ainda não estruturadas permanecerá fraca (Bomtempo, 2010c).

Porém, como será discutido no capítulo 7 seguinte, o uso de biomassas como matérias-primas poderia se constituir em uma oportunidade para a constituição de novo paradigma para a indústria química brasileira.

---

[102] O termo "nova energia" se refere às fontes de energia que atualmente não são reconhecidas como viáveis pelo paradigma tecnocientífico vigente, mas para as quais existe mais do que evidência mandatória, em pelo menos três categorias:
1. Nova física da energia do hidrogênio (também conhecida como fusão a frio, mais genericamente como "Reações Nucleares de Baixa Energia" - LENR – *Low-Energy Nuclear Reactions*, física do "hidrino", e outras fontes de energia baseadas na água – *water based*): energia desprendida em mais de milhões de vezes além da energia química normal da combustão hidrogênio-oxigênio;
2. Energia do vácuo (energia do ponto zero – ZPE – *Zero Point Energy*, energia do éter, energia do espaço): fontes de vasta energia do estado de vácuo (*vacuum state*), fundamentadas pela Física de Nikola Tesla (1856-1943) e por recuperações das equações de Maxwell;
3. Energia do meio ambiente (*environmental energy*), ou seja, energia da energia térmica sensível (em particular, a energia do movimento molecular), fundamentada mediante extensões significativas da Segunda Lei da Termodinâmica.
Para aprofundamento sobre o tema, consultar pesquisas de Tom Bearden (www.cheniere.org), John Bedini (http://www.icehouse.net/john34/bedinibearden.html), Victor Klimov (http://quantumdot.lanl.gov); Deborah Chung (www.mae.buffalo.edu/people/faculty), Peter Lindmann (www.free-energy.ws), Kenneth Shoulders (www.svn.net/krscfs), Dan Cole (http://www.bu.edu/mfg/people/faculty/profiles/cole.shtml); Paulo Correa e Alexandra Correa (http://www.aetherometry.com), ENEA - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,L'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (http://www.enea.it/com/ingl/New_ingl/publications/pdf/Cold_Fusion_Italy.pdf), entre outros, o periódico Infinite Energy (www.infinite-energy.com) e a empresa Steorn (http://www.steorn.com).

CAPÍTULO 7: JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a justificativa da escolha do caso de estudo, qual seja, a avaliação do potencial para inovação radical na mudança da fonte de matérias-primas da indústria química brasileira, de fósseis para renováveis, à luz do modelo teórico concebido, descrito no Capítulo 4, anterior. A seção 7.1 examina a dinâmica da indústria química decorrente da fonte de matéria-prima; a seção 7.2 trata do uso de fontes renováveis como elemento de estruturação da denominada “economia verde”; e a seção 7.3 discute a vocação do Brasil para ter participação ativa nessa mudança de paradigma que parece se anunciar. A seção 7.4 aborda as perspectivas do uso de fontes fósseis em substituição às renováveis

7 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO

A escolha do caso de estudo tem por base, três pontos principais:

- a fonte de matéria-prima como fator determinante da dinâmica da indústria química;
- a perspectiva do uso de fontes renováveis como elemento de estruturação da denominada “economia verde”; e
- a vocação do Brasil para ter participação ativa e de não apenas ocupar posição de seguidor, nessa mudança de paradigma que parece se anunciar.

7.1 A FONTE DE MATÉRIA-PRIMA COMO DETERMINANTE DA DINÂMICA DA INDÚSTRIA QUÍMICA

Como afirma Spitz (1988), “As matérias-primas ou a mudança de matérias-primas são um tema central para história da indústria química orgânica” (p. 513).

Com base em revisão de literatura, Spitz (1988) indica que o termo “petroquímicos” passou a ser usado no final dos anos 1930, início dos anos 1940. Os produtos referidos eram tratados, tanto na Inglaterra quanto nos Estados Unidos, como “produtos químicos

do petróleo” (“*petroleum chemicals*”), termo que continuou a ser empregado na Inglaterra, por certo tempo, apesar de nos Estados Unidos ser utilizado na sua versão abreviada – petroquímicos. “De qualquer forma, o nome daquilo que era logo reconhecido como uma nova indústria refletia o fato que uma fonte diferente de matéria-prima estava envolvida” (p. 513).

Spitz (1988) mostra que nos anos 1970, apesar das imensas reservas mundiais de petróleo, a oferta desse produto tinha sido subitamente restringida, e havia muita preocupação acerca da disponibilidade e do nível de preços do petróleo e do gás natural. Assim, foram realizadas muitas pesquisas sobre fontes alternativas de matérias-primas para a indústria petroquímica, tais como carvão, xisto e resíduos agrícolas. A busca forçada por fontes alternativas foi determinada não apenas por questões econômicas, mas por questões geopolíticas e de soberania nacional.

O autor aponta que tal mudança de fonte de matéria-prima, de fato não ocorreu, por conta do Ministério do Petróleo da Arábia Saudita, que aconselhou os países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo - OPEP a não aumentarem os preços do petróleo em patamares que obrigassem os países a desenvolverem comercialmente aquelas fontes alternativas. Se a mudança tivesse acontecido, a indústria química, pela primeira vez, teria se baseado em fontes de matérias-primas “por razões artificiais”, já que no passado, a indústria química orgânica foi sempre desenvolvida em função da disponibilidade de matérias-primas.

Spitz (1988) sustenta, com base em exaustivo levantamento de informações, que a indústria química sempre foi baseada em matérias-primas e não em tecnologia ou mercado. Como exemplo, cita que pesquisadores alemães, vinculados de alguma forma às grandes organizações alemãs, como Basf, Bayer, Henkel, Instituto Max Planck, entre outras, sempre vislumbraram a união da tecnologia alemã de alta pressão e o *know-how* alemão sobre catalisadores com as fontes de hidrocarbonetos das grandes empresas de petróleo, para produção de quantidades quase ilimitadas de combustíveis leves e de matérias-primas para a indústria química, a partir das frações pesadas que constituíam grande porcentagem da maioria dos petróleos. Embora a hidrogenação do carvão fosse

considerada meta viável e necessária – de fato tornou-se crucial para o esforço de guerra alemão -, o desenvolvimento de uma indústria petroquímica de larga escala já estava sendo previsto no início dos anos 1930.

Spitz (1988) menciona ainda, a disponibilidade de enorme quantidade de alcatrão de hulha e de gases de coqueria, em meados e ao final dos anos 1800, como o fator que levou à recuperação e purificação de diversos produtos químicos orgânicos (*e.g.*, fenol, benzeno, naftaleno) presentes nessas correntes, bem como ao desenvolvimento de tecnologias para sua transformação em corantes, fármacos e outros produtos consumidos à época.

Em seguida, no início do século XX, grande quantidade de álcool derivado de produtos agrícolas tornou-se disponível, como excedente daquelas necessárias ao suprimento da demanda de vinho e outras bebidas. Assim surgiram, na virada do século, diferentes pesquisas químicas dedicadas ao estudo da obtenção de produtos alifáticos a partir do etanol, concebendo-se a química que permitiu a produção de diversos produtos de consumo, tais como, solventes, detergentes, sintéticos, adesivos, aditivos como anticongelantes para motores, obtidos em grandes quantidades em unidades construídas com base nas novas tecnologias. O advento da indústria automobilística criou enorme mercado para produtos químicos de diferentes tipos, mas foi a disponibilidade de matérias-primas de baixo custo, que possibilitou que a indústria química produzisse a preços populares, os produtos que a indústria de transporte necessitaria para se desenvolver e prosperar.

Também, como indica Spitz (1988), nos anos 1930, a disponibilidade de grandes quantidades de hidrocarbonetos reativos obtidos nas unidades de craqueamento das refinarias levou à criação do que atualmente é denominado indústria química. Nos Estados Unidos, no início dos anos 1940, essa indústria se tornou a sucessora de uma então vasta indústria química orgânica, ainda baseada no carvão e em etanol derivado de fontes agrícolas. Parte da tecnologia subjacente da nova indústria teve origem na indústria química existente, mas a extensão de produtos foi muito maior ao final dos anos 1930 e no ano 1940, com o advento das borrachas sintéticas, fibras sintéticas e resinas

termoplásticas (*commodities*) - PVC e o polietileno. Foram esses produtos então recentemente criados, que possibilitaram o crescimento da indústria petroquímica a taxas que atraíam atenção em todo mundo.

Ruttan (1997) mostra que no início dos anos 1920, com o rápido crescimento da demanda de gasolina para automóveis e caminhões nos Estados Unidos, tornou-se disponível oferta de olefinas em grande quantidade e a baixo custo, como subproduto de refino de petróleo. Até o fim da Segunda Guerra Mundial, o petróleo se constituía na principal fonte de matérias-primas para a indústria química norte-americana. A mudança de fonte para o petróleo, porém, só aconteceu posteriormente na Alemanha, que ainda estava atrelada ao regime do carvão.

Como exposto por Stokes (1994), apesar dos desenvolvimentos significativos de tecnologias petroquímicas pelas empresas alemãs, durante a segunda metade dos anos 1950, a indústria química desse país, no início dos anos 1960, mantinha-se vinculada ao uso do carvão, como fonte de matéria-prima preferida e principal. Com efeito, em 1957, menos de um quarto dos produtos químicos orgânicos produzidos pela indústria química alemã derivavam de petróleo e gás natural. Quanto ao uso de petróleo como fonte de matéria-prima, “a indústria química alemã em 1957 se encontrava onde estava a indústria química norte-americana no início dos anos 1950” (p. 234). Nos primeiros anos seguintes, esse perfil se alterou significativamente – a participação do petróleo e gás natural como fonte de matéria-prima passou a 40% em 1957, 50% em 1961 e a 63% em 1963. As transformações tecnológicas e de base de matéria-prima continuaram, nos anos 1960 e 1970. Nos anos 1980, 95% do total de produtos químicos orgânicos eram derivados de petróleo e gás natural, não apenas na Alemanha, mas também em toda a Europa Ocidental.

Stokes (1994) aponta ainda, que a escolha pela mudança de fonte de matéria-prima de carvão para petróleo e gás natural esteve fortemente atrelada a questões de posicionamento da Alemanha Ocidental no cenário político e econômico mundial.

> A persistência da tecnologia química baseada no carvão era em alguns aspectos uma manifestação concreta da persistência das idéias da história da Alemanha antes de 1945, as quais tinham como foco a auto-suficiência econômica. Além disso, a firme posição de deterioração da tecnologia

> baseada no carvão *vis-à-vis* a tecnologia baseada no petróleo espelhava a firme erosão da posição de poder da indústria pesada alemã, nos anos 1950 e 1960. Ademais, a química do carvão, com sua garantia de oferta doméstica de matérias-primas repartia um estado de tensão com a tecnologia petroquímica, cuja adoção poderia determinar um comprometimento com exportações para uma economia mundial integrada e uma confiança nas empresas de petróleo anglo-americanas no suprimento de matéria-prima. Tanto a antiga tecnologia baseada no carvão quanto a nova tecnologia baseada no petróleo foram vitais para as origens e para o desvelamento do milagre econômico alemão (*Wirtschaftswunder*). Ao mesmo tempo, a ascendência final dos petroquímicos é parte do motivo pelo qual a República Federal Alemã se desempenhou tão bem na arena econômica internacional – e na arena política, desde 1945. (STOKES, 1994, p. 8-9).

7.2 A PERSPECTIVA DO USO DE FONTES RENOVÁVEIS COMO ELEMENTO DE ESTRUTURAÇÃO DA DENOMINADA “ECONOMIA VERDE”

Nos últimos anos, a sustentabilidade instituiu-se mundialmente como palavra de ordem que governa os movimentos da indústria química. A preocupação com o meio ambiente, a busca de soberania em energia a (*i.e.*, garantia de disponibilidade de energia) e o desenvolvimento de fontes alternativas mais limpas para obtenção de produtos químicos e de materiais para uso industrial e individual têm se mostrado imperativos para a conquista de sustentabilidade. Novos sistemas de produção vêm sendo buscados e/ou desenvolvidos e/ou implementados, como forma de suplantar o custo ambiental decorrente do uso de fontes fósseis, tanto para fins de geração de energia quanto para processamento pela indústria química.

Tais sistemas requerem uma cadeia de suprimento “verde” e sustentável, baseada em matérias-primas renováveis, socialmente aceitas e com custos competitivos. Conforme a International Energy Agency - IEA (2010), globalmente, a única fonte de matérias-primas renováveis é a biomassa, uma vez que esta contém todos os elementos encontrados em recursos fósseis, embora em diferentes combinações.

De acordo com estudo do CGEE (2010), apesar dos aspectos políticos que têm cercado as decisões nos grandes foros internacionais, pode ser tomada como consenso, a idéia

de que as restrições ambientais ao uso de tecnologias que contribuam para o aquecimento global serão crescentes nos próximos anos.

Tanto a geração de energia quanto o processamento da indústria química envolvem uma diversidade de alternativas tecnológicas que se colocam como respostas aos desafios de produção e consumo sustentável. Como mencionado no Capítulo 6, os bioprodutos se apresentam como substitutos de produtos petroquímicos derivados da nafta, a qual é um produto derivado de petróleo de expressão econômico-financeira secundária, se comparada aos combustíveis, cabendo assim questionar, se caso outras fontes energéticas, dentre as quais os biocombustíveis, substituíssem totalmente ou quase totalmente os combustíveis de petróleo, a extração de petróleo primordialmente para uso petroquímico seria economicamente viável.

Nesse sentido, o uso de fontes renováveis para obtenção de biocombustíveis e de bioprodutos, no âmbito ou não do conceito de biorefinaria[103], sugere um feixe de possibilidades para desenvolvimento de inovações que podem resultar de, e ao mesmo tempo, estabelecer novas indústrias, novas conformações institucionais, configurando novos paradigmas.

Como exposto no Capítulo 4, seção 4.3, anterior, Perez (2005, 2008) indica que o mundo passou por cinco ciclos tecnoeconômicos ou revoluções tecnológicas, nos últimos duzentos e quarenta anos, onde não somente foram criadas novas indústrias, mas também transformada a economia como um todo, constituindo novos paradigmas: a revolução industrial; a era do vapor e da estrada de ferro; a era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada; a era do petróleo, do automóvel e da produção em massa; e a atual era da informação e telecomunicação, iniciada em 1971, mas ainda não consolidada.

---

[103] O conceito de biorefinaria, como mencionado, reflete a configuração de uma refinaria de petróleo associada a um complexo petroquímico. No entanto, pode ser que os bioprodutos sejam obtidos no futuro em unidades de diferente configuração. Bennett e Pearson (2009) mostram diferentes aspectos estruturantes de configurações de biorefinarias. Como apresentado por Perez (2008), o primeiro automóvel se assemelhava a uma carruagem, trazendo assim, características estabelecidas no paradigma anteriormente vigente, ainda arraigadas no período de transição.

Conforme mencionado, a mudança de paradigma representa um novo senso comum pelo lado da produção e um novo estilo de vida pelo lado do consumo. Por exemplo, na era do vapor e da estrada de ferro, o estilo Vitoriano - estilo de vida urbano baseado na indústria, diferente da aristocracia baseada no campo, estabelecido pelas classes médias inglesas, que se disseminou para as novas classes superiores em diferentes localidades. Na era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada, a "*Belle Époque*" – estilo de vida cosmopolita, estabelecido pelas classes altas e médias inglesas, européias e norte-americanas, que se difundiu nas altas classes mundiais. Na era do petróleo, do automóvel e da produção em massa, no dizer da autora, o "A*merican way of life*", estilo de vida intensivo em energia, estabelecido pelas classes altas e médias norte-americanas, que se espalhou para as classes trabalhadoras dos países desenvolvidos e para as classes médias dos países em desenvolvimento.

Para Perez (2008), ainda não foi estabelecido um estilo de vida na era da informação e da telecomunicação, em curso, na medida em que a lógica da energia de baixo custo para transporte e eletricidade, bem como o uso intensivo de materiais sintéticos ainda continuam vigentes. O baixo preço do petróleo dos anos 1980 e 1990, o baixo custo da mão-de-obra na Ásia, especialmente na China, o velho "*American way of life*" ainda tido como modelo a ser imitado (e que ainda não foi totalmente substituído mesmo nos Estados Unidos) são alguns dos fatores que contribuem para manutenção do paradigma. Além disso, segundo a autora, em uma "economia de mercado", a mudança de um paradigma decorre de uma "soma positiva" entre o mundo dos negócios e a sociedade e também de uma ação governamental pró-ativa.

A autora mostra que o modo como a globalização ainda baseada na lógica das fontes fósseis vem evoluindo leva à suposição de que algo deve ser feito para salvar o planeta. Contudo, "não por culpa ou medo, mas por desejo e aspiração" (PEREZ, 2008). Assim, essa lógica, de acordo com Perez (2008), poderia ser substituída pela lógica do processamento de informação e comunicação de baixo custo, complementadas pela produção e consumo orientados à preservação do meio ambiente - "o verde".

Perez (2008) exemplifica, enumerando alguns indícios dessa nova dinâmica orientada pelas TICs e pelo "verde", em diferentes setores do modo de vida atual.

Na indústria manufatureira, uso mínimo de energia e materiais, materiais customizados, defeitos zero, desperdício de recursos zero, projetos para operação pouco intensiva em energia, atualização planejada ao invés de obsolescência, reciclagem.

Na indústria de processo, economia de energia, controle de processo inteligente, processos pouco intensivos em energia, subprodutos tidos como fontes de valor, tendência a sistemas fechados, materiais customizados, desenvolvimento da biotecnologia e da nanotecnologia.

Nos produtos consumidos, consumo maior de serviços do que de produtos tangíveis (*e.g.*, prazer na posse de "qualidade de vida", “mensurada pelo preenchimento de valores e aspirações” e não mais de objetos), de produtos de altíssima qualidade, menores, multipropósito, duráveis; de alta tecnologia e feitos à mão, amplamente diferenciados por estilo de vida (suprindo satisfação equivalente).

No transporte de pessoas, variedade de meios baseada na informação, revalorização do tempo, flexibilidade na localização, inovações nos transportes coletivo e individual, automóvel como último recurso.

No transporte de bens, plena consciência do impacto ambiental e dos custos envolvidos, otimização de estradas por tipo de transporte e peso, inovações nos veículos, em embalagem e na distribuição. No consumo de energia, diversidade de fontes e localizações, uso interativo, conservação combinando calor e energia, controles inteligentes nas residências e nos locais de trabalho.

Na vida urbana, cidades integradas (residência, trabalho, educação e entretenimento), conectividade plena em atividades múltiplas, projetos para evitar o uso de transporte, edifícios ambientalmente inteligentes.

Perez (2008, 2010b) indaga se um “modo de vida sustentável” seria estabelecido pelas classes educadas afluentes nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, onde as tecnologias de informação e telecomunicação (TICs) e o “verde” seriam compatíveis e complementares.

Comparando o comportamento do consumo de bens e serviços do paradigma anterior, a autora mostra que podem ser também observados movimentos no padrão de comportamento que levam a supor uma transformação de "baixo custo de energia-produção em massa" para o binômio “TICs-verde". O Quadro 14 - Cotejo entre os estilos de vida do paradigma baseado no "baixo custo de energia-produção em massa” com o baseado nas “TICs-verde", a seguir, ilustra o exposto.

Quadro 14 - Cotejo entre os estilos de vida do paradigma baseado no "baixo custo de energia-produção em massa" com o baseado nas "TICs-verde"

Paradigma anterior **baixo custo de energia-produção em massa**	**Paradigma atual** **TICs-verde**
Novo é melhor é que antigo	Pequeno é melhor que grande
Maior é melhor é que menor	Multipropósito é melhor que monofuncional
Mais é melhor é que menos	Alimentação "gourmet" é melhor que padronizada
Sintético é melhor que natural	Vegetais orgânicos são mais saudáveis
Industrializado é melhor que artesanal	Exercícios são importantes para a saúde
Descartável é confortável	O aquecimento global é realmente perigoso
Entretenimento é descansar (não se exercitar)	O não deslocamento para o trabalho é possível e preferível
Comprar em *shopping center* é uma atividade de entretenimento	Energia solar é luxuoso
"Se você não acompanhar os Fulanos você está ficando para trás"	Comunicação, compras, aprendizagem e entretenimento via internet são melhores do que do modo antigo

Fonte: Perez (2008, 2010a)

No entanto, para a Perez (2008), essa transformação de paradigma somente se dará se as circunstâncias econômicas se alterarem, se for uma aspiração da maioria, e se o

resultado entre a lógica de negócios e a sociedade for positivo, como citado anteriormente.

Perez (2010a, 2008) explica que no ciclo "tecnoeconômico" anterior, no qual foi estabelecida a produção em massa, a criação do estado de bem-estar social nos países desenvolvidos elevou o salário dos trabalhadores a um nível tal que lhes permitiu ter um lar confortável, repleto de eletrodomésticos, e com um automóvel na garagem[104]. Além disso, a construção em massa de casas a baixo custo, os bancos de crédito ao consumidor, a oficialização de sindicatos de trabalhadores e o seguro-desemprego permitiram décadas de mercados dinâmicos e crescentes, que beneficiaram tanto o mundo dos negócios quanto a população como um todo, nesses países. Esse padrão foi também moldado e legitimado, mediante atuação de formadores de opinião como a propaganda, modelos de papéis a serem seguidos dados no cinema e na televisão, preços relativos, entre outros fatores.

Em suma, para Perez (2008, 2010a), TICs e "verde" são compatíveis e complementares. A autora assinala ainda que no padrão atual, a revitalização do velho consumerismo, baseado em padrões de produção intensivos em energia ,e a não consolidação do movimento em direção à conservação e à durabilidade foram decorrentes do retorno da energia fóssil de baixo custo nas últimas décadas, bem como do "preço China", ancorado no baixo custo da mão-de-obra. Mas, gradualmente, o gasto com transporte de matérias-primas até a China, onde há escassez de recursos naturais, e depois dos produtos lá fabricados até os mercados consumidores dos Estados Unidos e da Europa, e também da América Latina, tornar-se-á relevante em comparação com o custo da mão-de-obra. Não é improvável, ainda, que o mundo imponha impostos à emissão de gás carbônico – o que encarecerá a produção asiática. Isso levaria a um redesenho dos processos de inovação e de globalização, segundo a autora.

Tanto os limites da disponibilidade de recursos naturais quanto as mudanças climáticas sugerem nova formatação de mercados e tecnologias relacionadas a energia, materiais,

---

[104] Cabe observar, que as pesquisas demográficas conduzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE ainda utilizam tais indicadores, para aferir o perfil da população brasileira.

água e alimentos, conforme Perez (2008). Estilos de vida ambientalmente amigáveis serão desejo e aspiração da sociedade. Essa perspectiva sugere que a escassez tenderá a elevar preços de recursos naturais tornando a posse de tais recursos vantagem ainda mais significativa.

7.3 A VOCAÇÃO DO BRASIL PARA TER PARTICIPAÇÃO ATIVA NA MUDANÇA DE PARADIGMA QUE PARECE SE ANUNCIAR

Conforme Perez (2008), a combinação das TICs com o "verde" abre espaço para uma mudança radical no espaço de oportunidades de inovação e no potencial de transformação do padrão de vida, desde que exista uma mudança conjunta nas estratégias empresariais e nas políticas governamentais, como já indicado.

Perez (2010, 2010a, 2010b) e Marin, Navas-Aleman e Perez (2009) apontam que com a estratégia correta, os países latino-americanos podem complementar-se, colocando-se em posição vantajosa para a próxima “revolução tecnológica”, mediante o aproveitamento da disponibilidade de recursos de cada um, bem como pela especialização em ciências da vida e de materiais, baseada em biotecnologia, bioeletrônica e nanotecnologia.

Para Marin, Navas-Aleman e Perez (2009), recursos naturais, em um mundo globalizado, jamais terão baixos preços, e ainda que estes decresçam em períodos de recessão, os limites da oferta sempre serão uma barreira contra possíveis prejuízos.

Por outro lado, de acordo com as autoras, o mundo das *commodities* já não se limita às matérias-primas tradicionais, conforme pode ser verificado pela explícita ampliação da combinação de recursos naturais com tecnologia em um supermercado moderno. Desse modo, a tradicional condição de monoexportador de matérias-primas dos países latino-americanos poderia ser convertida em outra de alto crescimento, qual seja, de um futuro de tecnologias complexas e de exportador de variado portfólio, tirando vantagem da posse de recursos naturais. Além disso, a América Latina vem enfrentando dificuldades crescentes para competir com a Ásia, especialmente na produção de larga escala e de produtos de baixo custo.

A escolha por um caminho baseado em recursos naturais, segundo Perez (2008), apresenta vantagem adicional para América Latina, na medida em que a revolução iniciada pelas TICs está entrando em período de declínio, pois a capacidade dessas tecnologias de aumentar a produtividade e facilitar a inovação vem sendo difundida em todas as indústrias.

Conforme a autora, em qualquer horizonte de tempo, a América Latina poderia iniciar processo de melhoria de suas capacidades, preparando-se para a nova “revolução”, pela utilização de sua atual plataforma de exportações baseada em recursos como fonte de financiamento, tomando como exemplo, as estratégias empregadas pelo Japão e pelos "Tigres Asiáticos", em décadas passadas. Estes países adquiriram sua experiência inicial, montando *transistores* e equipamentos eletrônicos, entre os anos 1950 e 1970, em produtos de massa, como rádios, aparelhos de televisão e gravadores portáteis, que constituíram uma inovação para expansão do mercado. Tal inovação colocou esses países em posição de vantagem expressa por experiência e capacidades, por ocasião da inauguração da revolução das TICs com o microprocessador. Em outras palavras, esses países aproveitaram as capacidades tecnológicas acumuladas na posição de seguidores, para posição de liderança, porém de liderança no paradigma vigente.

De acordo com Perez (2008), processo semelhante poderia acontecer com a América Latina, porém não por acaso, mas por atuação consciente na direção do "verde". A liderança desse processo poderia ser assumida pelo Brasil, face ao tamanho da economia brasileira, ao potencial do mercado interno, à diversificação da indústria, à capacidade tecnológica acumulada e ao fato de muitas empresas brasileiras terem vocação global, ampliando as conquistas obtidas nas indústrias de petróleo, química, metalurgia e agropecuária, e no desenvolvimento de biotecnologias.

Conforme Perez (2010), uma transformação tecnológica não pode explicar o que acontece, mas explica as oportunidades que foram aproveitadas ou desperdiçadas em cada país ou região. As "revoluções tecnológicas" começaram em um país desenvolvido e influenciaram o mundo de uma maneira mais ou menos intensa. Há também um processo

inicial, que se dá pela cópia de países de nível de desenvolvimento similar, como no caso do rápido desenvolvimento do Japão e da recente modernização da Irlanda e da Espanha. Os países não passam pelas mesmas etapas da revolução e nem pela mesma seqüência de difusão das novas tecnologias. Outra forma típica de difusão pelos países ocorre com a chegada da maturidade no país principal, quando as empresas começam a olhar para mercados distantes e a pensar em custos mais baixos de produção.

Nos anos 1970, no milagre brasileiro por exemplo, o Brasil tirou proveito das tecnologias de produção em massa que haviam atingido a maturidade nos Estados Unidos e na Europa, tanto por meio de investimentos externos como mediante tecnologias licenciadas. Por outro lado, o modelo industrial de substituição das importações possibilitou, no Brasil, expressivo aumento do mercado consumidor, juntamente com o desenvolvimento da indústria de construção e de todos os demais serviços de infra-estrutura.

Nos anos 1980, porém, foi na Ásia, que alguns países, como China (Hong Kong, à época), Taiwan, Coréia do Sul e Singapura se aproveitaram de outra oportunidade, participando da revolução da microeletrônica e da informação, adequando-se para as exportações competitivas e, ao mesmo tempo, envolvendo-se em um processo intenso de ampliação e fortalecimento de capital humano.

O Brasil já consolidou sua posição como principal produtor e exportador de etanol globalmente, como citado no Capítulo 6 anterior, com base em melhorias incrementais de processo e tecnologias adquiridas. O movimento de instalação de diferentes empresas globais na incipiente indústria brasileira de base renovável, em consonância com Bomtempo (2011), é facilmente observável.

Assim, do ponto de vista tecnológico, como apresentado por Bomtempo (2010c), abrem-se espaços para posicionamentos futuros do Brasil, fundamentados no uso de fontes renováveis: um deles, conservador, seria considerar o uso da cana-de-açúcar como plataforma para produção, não apenas de etanol, mas para uma variedade de produtos, mantendo-se no ambiente tecnológico da mencionada primeira geração. Outro espaço seria um posicionamento explícito no ambiente tecnológico da segunda geração,

participando em igualdade de condições, como um dos atores nesse processo, conforme apresentado no Quadro 11, no Capítulo 6 anterior, deslanchando um processo de substituição de matérias-primas fósseis por renováveis na indústria química.

Cabe ressaltar que, a Associação Brasileira da Indústria Química - Abiquim (2010) apresenta como intento estratégico do pacto nacional da indústria química, posicionar o Brasil como líder em química verde[105].

Com efeito, diversos agentes que compõem os sistemas empresarial, governamental e de instituições de ciência e tecnologia, no Brasil, vêm de alguma forma participando desse processo. Igualmente, o sistema de mídia vem cada vez mais destacando a preocupação com meio ambiente e necessidade de um estilo de vida sustentável, conforme sugerem os resultados da pesquisa de campo apresentados no Capítulo 8 seguinte.

A empresa brasileira Braskem, produtora de polietileno produzido a partir de fonte de matéria-prima renovável - etanol de cana-de-açúcar, em substituição a fonte fóssil – nafta de petróleo, é fornecedora direta e indireta do produto para diversas empresas globais, de capital nacional e estrangeiro, como a Procter & Gamble, Natura, Brinquedos Estrela, Johnson & Johnson, Toyota Tsusho, TetraPak, empresas que se consideram comprometidas com a sustentabilidade. Da mesma forma, a empresa nacional Oxiteno é fornecedora da Coca-Cola, que introduziu no mercado a garrafa PET verde – a chamada Plant Bottle™. Para a União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA (2010), o processo de substituição de fontes fósseis por renováveis se intensifica cada vez mais e é irreversível.

Por outro lado, o uso de renováveis como o etanol, ao invés de nafta como matéria-prima, é “anti-globalização”, na medida em que busca soluções locais (ou “glocais”) de fontes de matérias-primas facilitando a pulverização do mercado. Para a Braskem, a química sustentável é não apenas uma oportunidade para a indústria química, mas também para o Brasil: “O Brasil pode usar o binômio inovação e sustentabilidade para inserção global em

---

[105] Cabe também observar que, conforme mencionado em uma das entrevistas da pesquisa de campo tratada adiante, a Braskem, que tem como uma de suas prioridades estratégicas ocupar posição de liderança mundial no plástico verde, exerce posição de presidência na Abiquim.

novas cadeias de valor." (AIRES apud SIRESP, 2010),

Quanto ao sistema de ciência, tecnologia e inovação, diversas instituições de ciência e tecnologia no Brasil estão dedicadas a pesquisas de obtenção de produtos químicos oriundos de fontes renováveis, como a Escola de Química/UFRJ e a Universidade de São Carlos. No longo prazo, a tendência é de intensificação de pesquisas de polímeros novos e biocombustíveis híbridos por bioprocessos, inclusive enzimáticos, e não pela linha do etanol.

No que concerne ao sistema governamental, as organizações que compõem tal sistema no Brasil têm apresentado iniciativas ainda tímidas, incluindo as organizações de fomento a C,T&I.

Por exemplo, as últimas chamadas públicas da Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, empresa vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia não vislumbram o tema como, no dizer de Perez (2008), espaço de oportunidade a ser usado pelos agentes econômicos, quanto ao novo paradigma tecnoeconômico que parece se anunciar. Como realça Bennett (2010), as escolhas de fontes de matérias-primas realizadas em um determinado ano comprometem decisões nos vinte-quarenta anos subseqüentes, gerando risco e incerteza quanto à viabilidade operacional e ambiental de um projeto na indústria química.

7.4 AS PERSPECTIVAS DO USO DE FONTES RENOVÁVEIS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS FÓSSEIS

Diversos estudos (*e.g.*, WEF, 2010, CGEE, 2010; Kamm, 2004; Sheldon, 2008) e várias declarações dos principais executivos de diversas empresas, *e.g.*, Arthur D. Little, DSM, Bayer, Brasken (ICIS, 2011) mostram a importância do uso de fontes renováveis na indústria química como elemento de estruturação da denominada "economia verde", na medida em que vem se consolidado a idéia de que as biorefinarias, produzindo biocombustíveis, produtos químicos e bioeletricidade, substituindo as refinarias de petróleo, contribuiriam para viabilizar economicamente a exploração da biomassa e

melhorar os resultados ambientais, com relação ao balanço energético e à redução de emissão de gases do efeito estufa. Além disso, diversos novos polímeros vêm sendo desenvolvidos a partir de diferentes biomassas, como por exemplo: amido, um polímero que ocorre naturalmente "redescoberto" como material plástico; poli(ácido lático) – PLA pode ser obtido via ácido lático a partir de açúcar fermentável; poliidroxialcanoatos – PHAs produzidos de óleos vegetais, entre outras matérias-primas renováveis (Shen, Haufe e Patel, 2009).

Assim, estratégias empresariais e governamentais de países distintos incluem a sustentabilidade[106] em suas agendas.

Especificamente na indústria química, diferentes empresas de porte global, de algum modo já atuando na química de base renovável, em diferentes pontos da cadeia produtiva, tais como, Henkel, Interface, Ford, Siemens, Sherwin Williams, Dow, Basf, Pepsi (Bio-Based Chemicals East Summit, 2010) declaram a necessidade de substituição de fonte de matérias-primas fósseis para renováveis, bem como a perspectiva de políticas governamentais e regulatórias consolidando o processo.

Contudo, apenas os movimentos tecnológicos no sentido do uso de matérias-primas renováveis na indústria química não se mostram suficientes para promover o estabelecimento do paradigma "verde".

Como proposto por Bennett (2010), Bennett e Pearson (2009) e Lopolito, Morone e Sisto (2011), em estudos que analisam a substituição de matérias-primas fósseis por renováveis, no âmbito de abordagens sociotécnicas, a transição entre sistemas tecnológicos também envolve processos de *feedbacks* constantes e que se reforçam entre os diferentes níveis do sistema sociotécnico.

---

[106] Lovins, Lovins e Hawken (1999) e Hawken, Lovins e Lovins (2008) apontam o "capitalismo natural" como a "nova revolução industrial", tendo como fundamentos: o aumento da produtividade dos recursos naturais; a mudança para modelos de produção e materiais inspirados biologicamente; a mudança para o modelo de negócios "serviço-e-fluxo" ("*service-and-flow*"); e o reinvestimento em capital natural

Bennett (2010) e Bennett e Pearson (2009) analisam a dinâmica sociotécnica das mudanças tecnológicas na indústria química inglesa, na transição do carvão e etanol para o petróleo como fontes de matérias-primas dessa indústria, entre 1921 e 1967, mediante estudo de dois regimes tecnológicos –, produção de produtos químicos orgânicos e produção de combustíveis líquidos.

As observações dos autores são as seguintes: a mudança pode ser efetuada por influências desestabilizadoras nos diferentes níveis do sistema[107]; apesar do uso do petróleo como matéria-prima ter sido demonstrado como favorável nos Estados Unidos, a transição na Inglaterra não ocorreu rapidamente, por conta de diferenças culturais, como por exemplo, a moradia em subúrbio típica dos norte-americanos, que puxou o consumo de gasolina, ao final dos anos 1929[108]; medidas políticas (*e.g.*, subsídios), aplicadas nos dois regimes impactam fortemente a direção da mudança tecnológica; a cooperação entre os dois regimes para acelerar a mudança tecnológica somente ocorreu em decorrência das duas guerras mundiais; houve autobloqueio (*"lock in"*) tecnológico e resistência à mudança; os complexos petroquímicos na Inglaterra não foram imediatamente construídos como complexos totalmente integrados, tendo por base uma única matéria-prima, apesar das duas décadas de vigência desse padrão em outros países; a dinâmica dominante foi a co-evolução dos dois regimes, onde mudanças no ambiente de seleção de tecnologias de um regime afetaram o ambiente de seleção do outro regime; e a importância da função dos agentes no sistema, como por exemplo, diferentes empresas escolheram diferentes estratégias não necessariamente com base na eficiência econômica, mas pelas perspectivas de seus papéis no mercado.

Bennett (2010) aponta, que a indústria química européia vem rediscutindo a questão das fontes de matérias-primas, principalmente em função dos custos elevados do petróleo (na maior parte importado) e considerando, sobretudo, a substituição de fontes fósseis por renováveis, a partir de recursos agrícolas e florestais na produção de produtos químicos e

---

[107] Os autores têm como fundamento teórico a abordagem sociotécnica, conforme apresentado na seção 2.2.6, anterior.

[108] Cabe observar que, Perez (2005) indica a moradia em subúrbio como desdobramento da difusão do paradigma "baixo custo de petróleo-produção em massa", enquanto Bennett (2010) e Bennett e Pearson (2009) parecem considerar esse tipo de moradia, como uma das causas do aumento do consumo de gasolina.

de plásticos. Mas ainda mantém o uso de óleos pesados e carvão, como por exemplo, para a produção de amônia. Segundo o autor, a escolha em favor de fontes renováveis também é limitada, devido ao elevado custo das matérias-primas, da incerteza tecnológica e do valor reduzido de mercado, e das propriedades dos novos produtos, mas o anseio por soberania energética favorece as fontes renováveis.

Lopolito, Morone e Sisto (2010) propõem metodologia fundamentada na Análise de Redes Sociais (*Social Network Analysis* - SNA)[109] para analisar transições sociotécnicas, tendo como caso de estudo, um "nicho de biorefinaria" situado na maior área agrícola do Sul da Itália. Tal metodologia visa capturar e medir o desenvolvimento interno de nichos de inovação (conforme proposto pela abordagem SNM), expresso como nicho ausente, nicho embrionário, protonicho e nicho pleno, na taxonomia proposta pelos autores. Lopolito, Morone e Sisto (2010) identificaram três mecanismos para avaliar tal desenvolvimento: vontade *(willingness*) - reflete a convergência de expectativas dos atores possivelmente envolvidos no nicho; poder – refere-se à presença no nicho, de atores com elevado nível de dotação de recursos; e conhecimento – concerne à ocorrência de atividades de aprendizagem e padrões de compartilhamento de conhecimento. Os autores indicam a existência de potencial de desenvolvimento de um nicho de biorefinaria, um "protonicho", dado que existe certo interesse na nova tecnologia e a criação de redes com atores poderosos já começou, mas ainda há necessidade de criação e compartilhamento de conhecimento.

De acordo com Lunt (2011), as perspectivas para os próximos anos, no que concerne ao uso de fontes renováveis de matérias-primas na indústria química, reafirmam a sinergia entre as iniciativas em biocombustíveis e bioplásticos, observada em 2010, quais sejam: o bioetanol, não apenas para o mercado de combustíveis, mas como insumo-base para polietileno e outros biopolímeros (*e.g.*, PET); biobutanol também como insumo-base para borracha butílica, acrílicos e ácido tereftálico, entre outros materiais; polióis obtidos a partir de soja para poliuretanos; e algas como próxima geração de combustíveis - "Parece

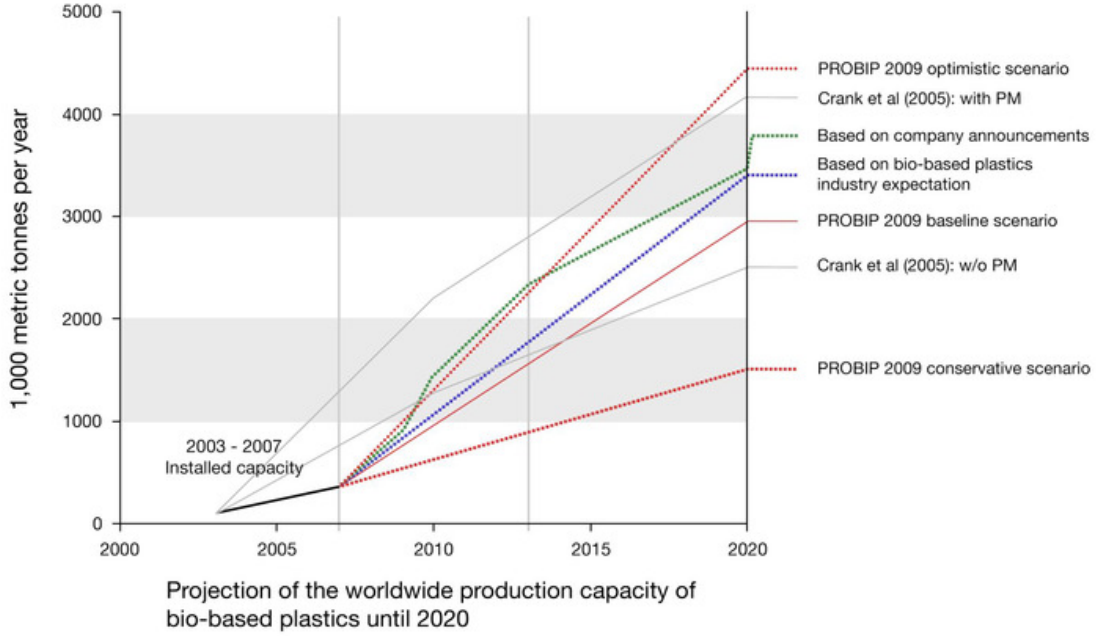
---

[109] A SNA é uma abordagem que tem como premissa, a importância das relações estabelecidas entre unidades (*i.e.*, um conjunto de indivíduos e as relações entre eles) que interagem; envolve teorias, modelos e aplicações (visuais e matemáticos) que são expressos por aspectos relacionais, como por exemplo, a teoria dos custos de transação e a teoria institucional (Wasserman e Faust, 1994; Scott,1992)

que quase todo mês nos deparamos com iniciativas de suprimento de ‘monômeros-base’ (‘*building blocks*’) novos ou já existentes, obtidos de recursos renováveis para uma ampla variedade de plásticos.” (Lunt, 2011).

A Figura 11 - Projeções da capacidade de produção mundial de bioplásticos em 2020, a seguir, apresenta projeções da capacidade de produção mundial de bioplásticos em 2020, conforme Shen, Haufe e Patel (2009), as quais sugerem aumento substancial no consumo de bioplásticos.

Figura 11 - Projeções da capacidade de produção mundial de bioplásticos em 2020



Fonte: Shen, Haufe e Patel (2009), p. 5
Notas: PROBIP - Product Overview and Market Projection of Emerging Bio-Based Plastics: projeto do Copernicus Institute, da Universidade de Utrecht, Holanda, apoiado por: European Polysaccharide Network of Excellence - EPNOE e European Bioplastics.
Crank et al. (2005): Techno- Economic Feasibility of Large-Scale Production of Bio-Based Polymers in Europe. Technical Report EUR 22103 EN.

Com base no exposto, é possível afirmar que o uso de matérias-primas renováveis na indústria química tende a crescer de forma significativa, se considerados os movimentos não apenas para desenvolvimento de inovações tecnológicas, mas também para consumo de produtos de base renováveis como atributo de "sustentabilidade".

Nessa perspectiva se insere como estudo de caso - o uso de fontes renováveis em substituição às fontes fósseis de matérias-primas para a indústria química com potencial para inovações radicais,ilustrativo da aplicação do modelo analítico concebido.

Conforme conceituada nesta pesquisa: inovações radicais são aquelas resultantes de uma alteração na conformação de um modo de produção e de um modo institucional, como uma configuração sistêmica. O modelo analítico proposto no Capítulo 5, concebido no âmbito de uma abordagem estruturalista baseada em valores de coesão visa compreender as condições que determinam uma inovação radical.

Tal modelo, com suas três dimensões analíticas interdependentes e complementares – ciranda das relações, força de coesão e degraus de transmissão foi então aplicado em pesquisa de campo, de modo a avaliar o potencial para inovação radical embutido na mudança de matérias-primas da indústria química brasileira de fósseis para renováveis, bem como a validá-lo ou não, em sua capacidade analítica de um processo de inovação radical.

O Capítulo 8 seguinte trata dos resultados da pesquisa de campo.

CAPÍTULO 8: RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

O Capítulo 8 apresenta a análise e interpretação dos resultados da pesquisa de campo qualitativa realizada. A descrição dos resultados das entrevistas está apresentada no Apêndice C. O Apêndice D reúne algumas declarações dos entrevistados na pesquisa de campo.

A pesquisa de campo qualitativa teve como objetivo, avaliar a mudança de matérias-primas da indústria química brasileira, de fósseis para renováveis, em seu potencial para inovação radical conforme conceituada nesta pesquisa, mediante aplicação do modelo analítico concebido, como mencionado.

8 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

Encontram-se a seguir apresentadas, a análise e interpretação das declarações dos entrevistados que compuseram a pesquisa de campo realizada, à luz do modelo analítico concebido nesta pesquisa. A discussão está exposta em dois eixos: o da validade e aplicabilidade do modelo proposto para avaliar o potencial para inovações radicais, e o do potencial para inovação radical circunscrito na mudança de base de matérias-primas da indústria química, de fósseis para renováveis, especialmente no Brasil. Porém, antes de tal discussão, está incluída a conceituação de inovação, conforme os entrevistados.

O resultado da análise e interpretação do conteúdo obtido nas entrevistas reflete a pesquisa de campo qualitativa empreendida, e portanto, não visa a constituir generalizações ou universalizações, mas a compor um quadro naquilo em que o modelo concebido se propõe a examinar, considerando a perspectiva dos entrevistados em cada um dos sistemas, e a premissa e perguntas de tese levantadas.

Cabe observar que, os termos, expressões ou frases escritas entre aspas referem-se às palavras literais dos entrevistados[110], cuja anonimidade foi preservada.

---

[110] O perfil dos entrevistados foi exposto no Capítulo 3 – Metodologia de Pesquisa, subseção 3.2.2, no Quadro 5 e nos cinco parágrafos subseqüentes, páginas 83 e 84.

Conceituação de inovação

Como esperado, não houve consenso sobre os conceitos de inovação, inovação radical e inovação incremental, intra e intersistemas. O Quadro15 - Conceituação de inovação – declarações da pesquisa de campo, incluído a seguir, apresenta a conceituação obtida nas entrevistas, no dizer literal dos entrevistados.

Quadro 15 - Conceituação de inovação – declarações literais da pesquisa de campo

discriminação	**inovação**	**inovação incremental**	**inovação radical**
sistema empresarial	não há nenhuma conclusão; é algo de novo na indústria; representa parcela significativa da receita da indústria; é como um todo: serviço, produto e processo; é geral, a discriminação é em função do prazo: curto, médio e longo; é como fazer genérico, atendendo a especificidades de modo diferente; é igual à qualidade.	não necessita do cliente, é questão de resultado econômico-financeiro (NPV); é de curto e médio prazo.	é mudança cultural, perpassa vários segmentos, não é apenas uma mudança tecnológica; é tecnologia nova no mundo, dentro do P&D; é inovação de longo prazo, com foco em nova tecnologia (tecnologia é diferente de mercado); na linguagem tradicional é algo muito novo, louco; é um processo de maturidade das pessoas que lidam com inovação, está na cultura, no homem; é quebra de paradigma; é um modo de olhar, é o espanto filosófico; não está nos processos, nas ferramentas, mas como os homens vão enxergar novas formas de fazer as coisas.
sistema financeiro	é investir; ou é inovação ou não, não há discriminação.	não há discriminação; é desenvolver.	é mudança de paradigma, *e.g.*, células-tronco; não há discriminação.
sistema de ciência e tecnologia	é resultante da cultura, *i.e.*, do conjunto de soluções criadas por um determinado segmento e que são suficientemente válidas para serem passadas às gerações futuras.	é modelo de utilidade; faz o que a indústria necessita; é *upgrade* de tecnologia, *e.g.*, incorporação de algo para melhoria de rendimento, de produtividade.	é patente de invenção; significa mudança das bases técnicas, mudança de paradigma, *e.g.*, mudança de fontes fósseis para renováveis.

Quadro 15 - Conceituação de inovação - declarações literais da pesquisa de campo - cont.

discriminação	**inovação**	**inovação incremental**	**inovação radical**
sistema de mídia	é genérico, tecnologia em produtos que possam ser utilizados; é algo novo em tecnologia e em produtos/serviços, é permanente.	é genérico; revisão do modelo de negócios, por exemplo.	é genérico; na mídia não é radical.
sistema governamental	introdução do novo no mercado, uma solução nova para problema novo ou conhecido, não é inovação sem novidade; é ainda não ter sido descrito para solucionar uma questão, novos usos, demanda de outros; não se confunde com mágica; ou é inovação ou não, não há discriminação; apesar de datada no contexto histórico, ainda é definida conforme Schumpeter, *i.e.,* tendo a perspectiva econômica como fundamental, e também considerada como categoria importante para construção da sociedade – é qualquer atividade da economia voltada para geração do bem-estar; a inovação se dá no tempo; este não pode ser ignorado nas análises, o tempo dá também o contorno entre radical e incremental; além disso, inovação significa investir em pessoas; é o potencial que orienta pessoas a quebrarem regras, a avançarem além do estabelecido, a projetarem, ancoradas na realidade; é como está definido no Manual de Oslo, OCDE.	exemplo de inovação incremental: Cialis® e Viagra®; não há discriminação entre incremental e radical; ainda que muito industrial, é aquela que visa eficiência, aumento de produtividade; é como está definido no Manual de Oslo, da OCDE; não muda configuração de produção e consumo, *e.g.*, TV a cores, HDTV.	atitude ou cultura altamente inventiva, medida pela distância entre a novidade e o que já existe; uma solução que se distancia de tudo conhecido; é uma solução que não existe no mercado, *e.g.*, aspirina ou pó de pau para tratamento da esquistossomose, já que não há remédio para esta doença; grau maior de inovação, estabelecimento de novos padrões, riqueza, processos, mas que carregam elevado grau de incerteza; ou é inovação ou não, não há discriminação de inovações; muda padrão de produção, nova forma de combinação dos elementos; é ruptura, fazer diferente, chegar ao mercado com algo novo; diferentes inovações dão cara a uma inovação radical; pode ser concebida como radical, mas é intrincada na economia; tecnologias utilizadas de modo diferente da época em que desenvolvidas; superam o inventor, adquirindo dinâmica própria é como está definido no Manual de Oslo, OCDE. muda configuração de produção e consumo no mundo, *e.g.*, animação, eletrônica, energia elétrica, genética, rádio.

8.1 VALIDADE E APLICABILIDADE DO MODELO CONCEBIDO

Conforme mencionado no Capítulo 5, o modelo proposto para examinar o potencial para inovações radicais foi concebido no âmbito da abordagem estruturalista, característica dos estudos desenvolvidos no domínio das Ciências Humanas/Sociais. Tal abordagem permite captar, por inferência, a gênese de uma experiência em uma estrutura social, ou seja, aquela instância que mantém um sistema coeso e que se expressa principalmente na condição de uma virtualidade.

O modelo estruturalista como proposto no Capítulo 5, é constituído por três dimensões analíticas interdependentes e complementares, reapresentadas a seguir:

ciranda das relações:

- examina os sistemas sociais e estruturas tecnológicas e suas interações;
- avalia relações entre empresas, instituições financeiras, governo e ICTs, representadas pelas estratégias, política, decisões e ações da alta gerência, que pelo sistema de mídia, estabelecem o senso comum;
- compreende como tais estratégias, políticas e ações são concebidas, implementadas e avaliadas.

força de coesão

- examina o poder de classe que organiza e conduz os sistemas sociais menores e suas inter-relações, e que pode determinar as condições para inovações radicais;
- avalia como a coesão se estabelece e se mantém – conceitos, palavras de ordem e enunciados valorativos, que vão condicionar a produção social de inovações radicais.

degraus de transmissão

- examina a dinâmica entre os poderes de classe e de que forma se dá a transmissão dos conceitos, palavras de ordem e enunciados valorativos utilizados na produção social de inovações radicais;
- informa sobre os representantes das elites orgânicas: grupos táticos com ações de curto alcance/prazo, que aplicam as palavras das elites, latentes no grupo; e replicadores dos enunciados valorativos reiterados como senso-comum.

Na medida em que essas três dimensões são interdependentes e complementares, a discussão apresentada no contexto de cada uma delas reflete uma discriminação do ponto de vista didático-analítico.

ciranda das relações

O sistema empresarial, na expressão dos entrevistados intra e inter-sistemas, estabelece suas estratégias de inovação em renováveis ou não, principalmente, com base em estudos internos, subsidiados por consultores externos, de origem diversa - de empresas de consultoria a universidades e organizações governamentais. Mas as decisões são resultantes de negociações internas, tendo como critérios principais, a viabilidade econômica, a disponibilidade de recursos financeiros para investimento e a *expertise* dos envolvidos no processo. A relação inovação radical-inovação incremental não é considerada na definição das estratégias de inovação pelas empresas.

O sistema de ciência e tecnologia define suas estratégias de inovação e linhas de pesquisa, individualmente, e caso a caso. Em organização vinculada à empresa pública, o processo estratégico empreendido é apoiado no conhecimento interno acumulado por seus profissionais, assessorados por consultores externos, e tendo subjacentes, modelos concebidos pelos teóricos da inovação presentes na literatura especializada. No entanto, esse processo não é considerado pela alta administração, a qual escolhe suas estratégias com base na sustentação político-partidária de sua decisão. Igualmente, as decisões estratégicas sobre o fomento e apoio à inovação, tomadas por instituição financeira pública são decorrentes da orientação política e da formação acadêmica da alta-direção da instituição. As organizações de ciência e tecnologia vinculadas a universidades definem suas linhas de pesquisa de forma autônoma, mas seguem os temas e pesquisas que vêm sendo desenvolvidos mundialmente, buscando porém, soluções próprias para as questões levantadas.

O sistema governamental desenha suas políticas de inovação envolvendo disputas, composições e muitas negociações, tanto internamente quanto externamente. Apesar do

processo de planejamento estratégico para definição de políticas e linhas de atuação em C,T&I abranger as diversas áreas das organizações, ainda não é observado interesse institucional ou sistêmico nas partes envolvidas no processo. Em algumas organizações governamentais, o processo estratégico incluiu a participação direta ou indireta de diferentes organizações relacionadas à indústria no Brasil e no exterior, tais como Ministério das Relações Exteriores (MRE), Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Federações de Indústrias, Associações de Classe, como a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), Organização Mundial do Comércio (OMC), empresas, além da diretoria e dos corpos gerencial e funcional.

As organizações governamentais de fomento e apoio à inovação colocam-se como desafio, a integração de seus instrumentos de apoio no âmbito de um mesmo projeto de inovação e a atuação em parceria interinstitucional. Há dificuldades de articulação institucional, não apenas entre essas instituições, mas também com outras organizações governamentais, resultando, por exemplo, na duplicação de espaços de atuação e na pulverização de recursos. Em outras palavras, não há concertação na esfera governamental entre políticas e ações das diferentes organizações de apoio e fomento à inovação radical (ou não) e nem ao desenvolvimento do uso de fontes renováveis. Tal desarticulação não é apenas decorrente de relações político-partidárias.

Organização governamental do sistema financeiro que planeja suas políticas de fomento e apoio à inovação (radical ou incremental, dado que não considera a relação entre tais categorias de inovação na definição de suas linhas de apoio) fundamenta sua atuação em estudos internos, na participação em seminários e congressos, na participação em pactos setoriais, como por exemplo, no pacto da indústria química, da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), assim como na observação dos movimentos das empresas em direção a novos negócios, por exemplo, biorefinarias, polímeros de base renovável, propaganda de produtos de base renovável (*e.g.*, Coca-Cola com a PlantBottle™). As organizações governamentais que não planejam suas linhas de atuação apenas atendem a demandas específicas das organizações clientes.

A atuação do sistema financeiro privado é diferenciada, de acordo com a categoria da

inovação a ser apoiada – “a do paradigma ou a fora do paradigma”. O relacionamento com as empresas a serem investidas é estabelecido com base em processo de gestão competitiva, ou seja, somente os melhores projetos são apoiados.

Instituições financeiras privadas interagem intra-sistema “forçando” a concorrência, de maneira a tornar um investimento atrativo. Na relação com o sistema empresarial, buscam estabelecer uma relação de dependência, de modo que a empresa investida dependa do investidor, mesmo quando as culturas das empresas são diferentes. Há muitas negociações por parte das organizações financeiras no envolvimento com o sistema governamental, principalmente visando guardar independência da orientação político-partidária do governo e autonomia de atuação.

A estratégia de inovação que envolveu a revisão do modelo de negócios da emissora de televisão - TV pública contou com estudos sobre emissoras de televisão públicas no Brasil e no mundo, e teve como premissa, o papel da TV como aglutinadora de povos, conforme instituído mundialmente. Por exemplo, na Inglaterra, a TV é tema de Estado, tratada no âmbito dos equivalentes ministérios da Fazenda, Cultura, Educação: na compra de um aparelho de TV, parte do valor é direcionada para investimentos em educação e a propaganda é comedida. A emissora de televisão pública tentou implementar modelo semelhante ao da rede inglesa BBC, mas sofreu enorme pressão das redes Globo e Record, e de lojas de varejo, como Casas Bahia.

A função social da emissora de televisão - TV pública é a formação do cidadão, *i.e.*, a promoção da cidadania e a educação. Para tal, dispõe de *expertise* e parque industrial para formação de quadros. Contudo, dentre outras atribuições, a produção editorial multimídia da emissora pública para a Secretaria de Educação do estado à qual está vinculada foi descartada por demanda político-partidária, de modo que atualmente a TV pública atua apenas na produção “enviesada” para o público em geral. A proposta então existente de “profissionalizar a gestão” foi rejeitada. Outras emissoras, como as TV Futura e TV Brasil têm grades de programação baseadas em trocas comerciais de programação.

No sistema empresarial, há grande interação entre profissionais das empresas e seus clientes, onde a função destes últimos é a garantia da viabilidade econômica da inovação, especialmente em renováveis. Os clientes de produtos químicos de base renovável vêm se mostrando dispostos a pagar preços *premium* por tais produtos, provavelmente em função de benefícios intangíveis como imagem, uma vez que o custo desses produtos é pouco representativo na estrutura de custos dos produtos/serviços ofertados por tais clientes.

As relações com fornecedores são consideradas benéficas, e no que tange a insumos renováveis, como o etanol, há continuamente negociações com objetivo de garantir o fornecimento do produto conforme acordado. A natureza das negociações é diferente para cada indústria fornecedora.

As relações com concorrentes, no que concerne a produtos de origem renovável, são estabelecidas pela atuação em nichos, sendo que a empresa que assume a dianteira arca com custos de experiência, mas não necessariamente com resultados.

Há também intensa interação entre empresas, associações de classe empresariais e organizações governamentais, como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), estas duas últimas organizações tendo o papel de apontar tendências no tema renováveis na indústria química.

As instituições de ciência e tecnologia - ICTs conversam diretamente com as empresas com objetivo de fornecimento de serviços a essas empresas. Empresas procuram ICTs para projetos em parceria ainda com objetivo de redução de custos, ou para se beneficiarem de apoio governamental de agências de inovação. Muitas das apostas das ICTs e das empresas ainda são divergentes. As ICTs quando vinculadas a organizações governamentais trabalham com maior sinergia.

O sistema de mídia reproduz as declarações da alta gerência das empresas e das

organizações governamentais no tema inovação e no tema renováveis, seguindo também orientações político-partidárias. A organização de mídia especializada em C,T&I se descreve como espaço para divulgação das propostas e dos resultados de pesquisas empreendidas pelas instituições de ciência e tecnologia - ICTs, com foco na política governamental de C,T&I, mediante contato direto com tais instituições. A mídia do senso comum observa a mídia especializada e vice-versa, mas esta última não se pauta pela primeira.

A organização financeira governamental indica que as grandes empresas de petróleo se fazem presentes na mídia especializada expondo seus investimentos ou intenções de investimentos em renováveis.

Organizações financeiras privadas se relacionam fortemente com a mídia, estabelecendo acordos, uma vez que a atuação do sistema de mídia se dá conforme interesses, especialmente quando se tratam de inovações radicais, como por exemplo, células-tronco ou transgênicos.

As empresas que incluíram produtos de base renovável em seu portfólio vêm se fazendo presentes em todos os fóruns mundiais, com o objetivo de marcar posição como um todo na indústria química e não apenas na opção por renováveis.

O sistema empresarial demonstra propensão a estabelecer diálogo e parcerias permanentes - considerados como ainda insuficientes -, com o sistema governamental e com o sistema de ciência e tecnologia, com objetivo de trabalhar em projetos para o país respondendo ao país, mas tendo como premissa fundamental, a obtenção de rentabilidade de seus negócios.

Há também desconhecimento por parte do sistema governamental da percepção e da forma de atuação do sistema empresarial, no que tange a investimentos em inovação e ao tema renováveis. Não é observada, por exemplo, interação entre instituições governamentais de fomento e apoio à inovação com empresas, e a partir destas com instituições de ciência e tecnologia – ICTs, mediante aporte significativo de recursos

direcionados para inovações consideradas potencialmente radicais.

O sistema governamental não interage no âmbito do sistema nacional de inovação para proporcionar credibilidade ao êxito do conhecimento nacional na factibilidade de inovações potencialmente radicais, e mesmo incrementais. Além disso, não faz uso de seu papel indutor na criação de ambiente favorável ao desenvolvimento de inovações potencialmente radicais em empresas e instituições de ciência e tecnologia - ICTs, como por exemplo, as ações governamentais no âmbito da conjuntura econômica (*e.g.*, elevação de taxas de juros, retornos lastreados em títulos públicos), que visam assegurar ganhos financeiros, tolhendo a possibilidade de desenvolvimento de tais inovações.

força de coesão

A visão dos entrevistados sugere que as condições determinantes de inovações potencialmente radicais ainda não foram alcançadas pelo país.

Como declara um dos executivos consultados, as estratégias e políticas de inovação, empresariais e governamentais que vêm sendo experimentadas conduzem o Brasil a vislumbrar o segundo posto na categoria “imitador”, e não a empreender esforços para tomar a primeira posição, a qual é ocupada pelos asiáticos. “O Brasil parece fadado a ser liderança em *commodities*, cabeça de rede das cadeias de inovação de fornecedores de insumos, cabedal de conhecimento dessas indústrias”. Cita que a aposta brasileira "em branco", no longo prazo, acontece onde já existem ativos consolidados, como é o caso das empresas Braskem, Vale do Rio Doce e Petrobras, ainda que estas empresas tenham possibilidade de desenvolver inovações potencialmente radicais.

O Estado brasileiro adotou modelo diferente do Estado norte-americano, o qual apostou em investimentos de risco (“jogou dinheiro fora”), buscando externalidades para o país, e conseqüentemente o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais. O Estado brasileiro não mostra posição agressiva, fazendo-se presente onde o privado não atua, avaliando ganhos para a nação. O apoio a inovações potencialmente radicais é uma finalidade necessária ao país, e nesse sentido, o Estado poderia pensar além da

rentabilidade privada, arcando com risco maior do que aquele assumido, por exemplo, por uma empresa de capital de risco. As empresas de capital de risco são essencialmente diferentes de um banco de desenvolvimento, como o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Este inclui em sua missão institucional, a busca de externalidades para o país, enquanto as organizações financeiras privadas de capital de risco visam maximizar os ganhos financeiros da empresa, e para tal, devem dispor em seus quadros dos “maiores especialistas do mundo” em negócios bem-sucedidos.

Não parece haver instrumentos governamentais voltados para o fomento a inovações potencialmente radicais. Por exemplo, uma organização do sistema governamental diretamente envolvida com o fomento à inovação poderia repartir os recursos públicos direcionados a empresas inovadoras com base no retorno financeiro, dedicando recursos na modalidade renda fixa para inovações potencialmente radicais. Adicionalmente, o aporte de recursos financeiros governamentais, especialmente aqueles não reembolsáveis direcionados para inovação nas empresas, ainda é considerado pequeno. Também o aporte de conhecimento trazido por uma empresa, especialmente conhecimento tácito não é considerado pelo governo - “Há um aporte intelectual muito grande fora da instituição de ciência e tecnologia”.

As empresas buscam manter parcerias com instituições de ciência e tecnologia - ICTs visando diminuição de custos, e não com fins de buscar inovações potencialmente radicais.

É interesse de organização financeira pública, ao invés de apoiar a criação de elevado número de instituições de ciência e tecnologia – ICTs atuando em um determinado tema, por exemplo, renováveis, apoiar a complementação das atividades de pesquisa e a cooperação entre essas instituições. Contudo, este não é o modelo atualmente praticado.

As empresas afirmam a necessidade da presença do governo partilhando riscos para investir em inovações potencialmente radicais e também em renováveis, especialmente por meio do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Caso os recursos dessas organizações não

se tornem disponíveis, os investimentos planejados em tais inovações são mantidos em suspenso. Organizações governamentais compartilham da visão das empresas no que concerne à presença do Estado ser maior onde o risco é elevado, e menor em projetos com expectativa de rentabilidade, bem como a certeza de que “o investimento em tecnologia é função de rentabilidade e risco (é “keynesiano”)”.

O sistema empresarial almeja que um Ministério de Ciência e Tecnologia estabeleça diálogo com a indústria, com objetivo de desenvolver, em parceria, ações específicas para cada segmento.

A mídia especializada consultada (periódico impresso e *online*), apesar de se constituir em organização não governamental e ser gerida independentemente do governo, é fonte que faz expressa a política governamental de C,T&I, uma vez que tem como foco, a publicação de projetos de pesquisas e resultados de pesquisas que se encontram no âmbito de tal política. Tal posicionamento determina como sendo um dos objetivos do periódico, a introdução do conteúdo dessa política na comunidade científica. A publicação visa a se constituir no interlocutor e canal da comunidade científica, bem como em “pauta” de um Ministério de Ciência e Tecnologia. Somente cientistas são contemplados com espaço para divulgação de suas pesquisas no periódico.

A visão do periódico especializado sobre relacionamento das organizações de capital de risco com a mídia impressa especializada em inovação apregoa que uma empresa de capital de risco deveria se relacionar muito mais com a mídia especializada em Economia do que com aquela dedicada à ciência, tecnologia e inovação.

Para o periódico especializado, o termo inovador foi criado e difundido sem critério definido, permitindo, por exemplo, que diferentes modelos de um produto sejam considerados como inovações.

A visão de organizações governamentais consultadas sobre a mídia é que esta não tem interesse em cumprir função na educação, tanto no que concerne à difusão de conhecimento popular quanto tecnológico, mas apenas em obtenção de lucro. Por

exemplo, “hoje a notícia é o perigo da energia nuclear, antes era a vantagem/segurança da mesma, a verdade da mídia é a linguagem do IBOPE”. O sistema de mídia, nesse contexto, mostra apenas interesse em manter relações com organizações ou indivíduos que proporcionem enormes ganhos no âmbito de tal sistema, e não com aqueles que têm como objetivo, contribuir para a sociedade.“A TV brasileira poderia seguir o modelo francês, onde o lucro é obtido apenas no 5º ano e não de imediato”, declarou um dos entrevistados.

No que concerne a renováveis, pôde ser constatada, a importância do estudo “Química Verde no Brasil – 2010-2030”, conduzido pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), mas elaborado por pesquisadores das principais instituições de ciência e tecnologia - ICTs, no Brasil, envolvidas com pesquisas em renováveis, para o embasamento e justificativas das estratégias de inovação no tema, em particular nas pequenas e médias empresas que comercializam ou têm intenções de comercializar produtos de base renovável.

Igualmente, o sistema governamental se vale dos mesmos estudos na definição de suas linhas de ação para apoiar a inovação em renováveis, sendo muitas das instituições de ciência e tecnologia - ICTs contempladas com recursos financeiros provenientes de organizações governamentais, as mesmas que elaboraram o estudo “Química Verde”, do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), e que também utilizam tal estudo como referência.

As empresas brasileiras, em especial as pequenas e médias, participam de missões internacionais principalmente com objetivo de disseminar e replicar o conhecimento adquirido, não somente aquelas de alguma forma envolvidas com o tema renováveis, mas também em outros temas.

Todas as empresas globais de petróleo estão tratando do assunto renováveis na mídia especializada, e na medida em que dispõem de recursos financeiros, teriam condições de fazer a transição de insumos fósseis para renováveis, conforme declarado pelos entrevistados. No Brasil, algumas empresas apostam em renováveis, do ponto de vista

tecnológico, mas ainda restringem investimentos do ponto de vista operacional/comercial.

Os investidores de capital de risco são considerados pelos consultados, como patrocinadores de inovações potencialmente radicais, na medida em que gerenciam a composição de seus portfólios de investimentos, apostando não apenas em inovações no âmbito do paradigma, mas também fora do paradigma estabelecido. No caso de renováveis, têm papel de estimular *start-ups*, de preferência com participação de grandes empresas transnacionais como Dow, Basf, como sugerido nas entrevistas. Tanto esses investidores quanto as organizações que compõem o sistema de mídia podem induzir ou inibir inovações potencialmente radicais, na visada dos respondentes.

Para o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais, alguns entrevistados reconhecem a necessidade de efetuação de virtualidade que está além do somatório das ações de cada um dos sistemas, como expressa a declaração de um dos entrevistados: “Há necessidade de investimentos pesados do governo, da academia e das empresas, e formação econômica para saber como monitorar a *triple helix*, como fazer o todo somar”.

Nenhuma das organizações consultadas no âmbito dos sistemas empresarial, financeiro, governamental, de ciência e tecnologia, de mídia aventa a possibilidade de investir em uma inovação que contradiga o paradigma científico-tecnológico vigente. Apenas uma organização privada do sistema financeiro admitiu considerar investimentos em “ficção científica”, depois de passar por processos de *screening*, testes em escala-piloto se for o caso, *secrecy agreements* se for o caso, e assim por diante. Contudo, um entrevistado de uma organização governamental de fomento à inovação levanta a questão do “nascimento do novo”, e declara não haver resposta para isso, mas apenas uma certeza - “não há inovações sem pessoas que quebram regras, que avançam além do estabelecido. Qualquer explicação que não considerar pessoas fica muito débil”.

Inovações fora do paradigma, da mesma forma, não são consideradas no sistema de mídia. A organização de mídia especializada, a qual é voz e público da comunidade científica e da política governamental de C,T&I, como mencionado, não trataria de inovações como a máquina do tempo, o laser invisível ou o colchão magnético, porque

entendem que tais pesquisas não contêm visão científica – “são até pesquisas possíveis de serem feitas, mas estão muito distante da realidade. Esses casos estariam muito mais no âmbito de uma TV Globo, que tem apelo lúdico ou popular. O público do periódico é a comunidade científica”. Da mesma forma, a emissora de televisão pública é impedida pela alta-gerência de exibir programas fora do paradigma, “para não desfigurar o clássico da TV”. Assim, é possível inferir que o sistema de mídia estabelece o senso-comum.

O Brasil é considerado como tendo pequena história científica – “as experiências são recentes”, e desse modo, tem dificuldade de "criar massa de inteligência para formar cultura de inovação". Conforme a maior parte dos entrevistados, para superar esse estado, faz-se necessário educar e qualificar pessoas, desde a infância e a adolescência.

Organizações dos diferentes sistemas apontam que as instituições integrantes do sistema de ciência e tecnologia desenvolvem suas pesquisas tendo claro como fim último, melhor posicionamento de suas unidades ou de suas universidades, e não têm como uma das motivações para o desenvolvimento de seus projetos, aquilo que os resultados de sua pesquisa expressam em termos de transformação de conhecimento em tecnologias das quais as empresas necessitam, tanto em termos da contribuição ao desempenho econômico do país quanto em termos do favorecimento de soberania do país.

Um dos respondentes sugere que seja adotado o modelo dos Estados Unidos, onde as universidades foram construídas para máximo conhecimento, para “fazer algo para algo, para resolver/equacionar problemas gigantes”. Esse entrevistado indica que o padrão de geração de inovação que alicerça os Estados Unidos salva a economia, na medida em que tem como base de sustentação da inovação, as universidades inovadoras. Esse mesmo entrevistado constata que no Brasil, isso não ocorre, pois é crença que a inovação se dá fora da economia como um todo – “isso é uma ideologia que muito atrapalha”.

Organizações do sistema governamental apontam a necessidade de aportes significativos de recursos governamentais e de relação muito forte com empresas e, a partir delas, com universidades, sem deixar de lado, contudo, a pesquisa pura, a teoria, a pesquisa “neutra”. Com relação ao apoio a inovações potencialmente radicais, mostra-se

necessário o estabelecimento de relações estreitas entre organizações dos sistemas governamental e empresarial, como forma de trazer tecnologias e ampliar gastos para desenvolvimento de tais inovações, uma vez que o apoio a inovações incrementais já é realizado. É citado como exemplo significativo, o trem de alta velocidade – aquisição de conhecimento que não é incremental para o Brasil, mas que não soluciona transporte público. Na ótica de um dos entrevistados, não se trata de inovação radical ou incremental, mas de gradações. Outro entrevistado declara que o "governo brasileiro não tem idéia do que acontece nas empresas, nem da capacidade atual e nem da capacidade de 'bombar'; e como não sabe avaliar grau de risco também não oferece participação. Não sabe se é radical ou incremental, tem deficiência na capacidade de fazer política". Sugere a adoção do modelo norte-americano ou japonês, exemplificando com os projetos estruturantes dos Estados Unidos, que "são da NASA e do Pentágono".

O papel de uma organização de propriedade intelectual não é de anotador, mas de sinalizar para a sociedade o tipo de ativo intangível relevante para o desenvolvimento do país. Tal organização é também importante no Brasil para transação de outros ativos intangíveis – sistemas de direitos internacionalizados, como intercomunicação com o exterior. A organização de propriedade intelectual também facilita a inovação de empresas estrangeiras no Brasil e vice-versa – "inovações para o mundo e não só para o Brasil".

Os estudos sobre a América Latina e Caribe, nos anos oitenta eram "inspirados" no conceito de "inovação radical", como por exemplo, tecnologias de informação e comunicação - TICs, biotecnologia, materiais, nanotecnologia. Esses estudos tinham como fio condutor, o conceito de progresso técnico, e visavam compreender "por que o mundo salta e a América Latina não", de acordo com o entrevistado. Contudo, nos últimos trinta anos, o conceito guia é "inovação", ou seja, houve prevalência de estudos sobre inovação/tecnologias, mas sem descontinuidade dos estudos sobre investimento fixo. O conceito de inovação atualmente vigendo nessa organização não está mais necessariamente associado a saltos de desenvolvimento de um país ou mesmo a questões de soberania.

Como citado, é cânone entre os entrevistados dos diferentes sistemas que "o

investimento em tecnologia é função de rentabilidade e risco". Empresas e organizações governamentais compartilham a mesma perspectiva quanto à presença do Estado ser maior em empreendimentos onde o risco é mais elevado, e menor em projetos com expectativa de rentabilidade.

Para o sistema empresarial, o governo é o principal agente para promover mudanças em relações estabelecidas, inclusive no que concerne ao tema renováveis. Por exemplo, o sistema empresarial enxerga o governo somente priorizando e incentivando o uso do etanol e de outros bioprodutos como combustível, e não como insumos químicos substitutos de matérias-primas fósseis.

degraus de transmissão

Nas empresas, as escolhas pertinentes a estratégias de inovação são efetuadas em discussões internas, entre a alta gerência com as áreas técnicas envolvidas, levando em conta a rentabilidade esperada - as restrições orçamentárias, a garantia de clientes na ponta da cadeia, bem como o "*feeling*"/experiência dos envolvidos nos processos. Além disso, a inovação proposta deve integrar o portfólio de negócios da empresa. O potencial para radicalidade da inovação não é avaliado como critério para tomada de decisão, apesar de o prazo ser um dos elementos considerados nas decisões de desenvolvimento de inovações, o que permitiria a escolha de projetos com potencial para inovações radicais, estes geralmente de maior prazo.

Os profissionais integrantes do sistema governamental subsidiam e influenciam a alta-gerência de suas organizações na definição de políticas, estratégias e linhas de ação, com idéias que refletem o pensamento de empresas, universidades e instituições de ciência e tecnologia, advindas da participação em seminários, congressos e *workshops*. Exemplificando, na organização financeira pública entrevistada, temas ou setores a serem destacados são escolhidos pelas áreas operacionais. É também comum, a prática de políticas de inovação horizontais, que não bancam escolhas, especialmente nas organizações governamentais de fomento à inovação.

Cada linha de apoio à inovação, no âmbito de organização financeira governamental, constitui um projeto de trabalho, que muitas vezes redefine a própria política de apoio à inovação da instituição e cria até “uma espécie de missionários”. O apoio ao desenvolvimento de inovações somente pela qualidade de “potencialmente radicais” não recebe este tipo de tratamento. Contudo, o apoio a inovações em renováveis pode ser enquadrado nesse contexto, conforme expressaram os comentários dos entrevistados dessa organização.

Nesse sentido, em uma organização governamental, a *expertise* interna e o discurso da alta-gerência e do corpo funcional podem ser tanto inibidores como indutores de autonomia de decisão, no que concerne ao apoio ao desenvolvimento de inovações potencialmente radicais, como a mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química.

Em instituições de ciência e tecnologia – ICTs, os subsídios para definição dos projetos de inovação a serem desenvolvidos, inicialmente, provêm de artigos e patentes disponíveis nas bases de dados especializadas, de modo a acompanhar o que está sendo publicado na mídia especializada, e posteriormente, de publicações nas bases de dados de mercado.

A produção brasileira de conhecimento não é valorizada no país, mas sim o que existe no exterior, tanto no Ministério da Ciência e Tecnologia quanto na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes. Por exemplo, periódicos acadêmicos brasileiros e estudos de casos brasileiros não são estimados por essas organizações governamentais.

No âmbito de organização governamental de apoio à inovação, há críticas à avaliação por pares, estabelecida como “autoridade científica”. Alternativamente, a avaliação por pares sobre o mérito de um projeto de inovação a ser apoiado deveria apenas orientar a tomada de decisão, uma vez que os critérios efetivos de seleção devem ser a prioridade no âmbito das políticas governamentais de inovação, bem como a viabilidade do projeto.

Um dos fatores apontados como inibidor do desenvolvimento de inovações potencialmente radicais é a formação/educação acadêmica e profissional atualmente praticada, que estimula êxitos individualizados, dificultando a criação de sinergias e o desprendimento do individual para o coletivo.

O sistema governamental almeja conhecer inovações que as empresas desenvolvem ou pretendem desenvolver, para estudá-las e dobrar as apostas das empresas, na medida em que são as empresas, quem concebem e executam estratégias tecnológicas e principalmente P&D. As organizações governamentais têm como premissa que as empresas não investem quando o risco é grande, uma vez que estas buscam a rentabilidade.

Dentre outras ações, a organização governamental de apoio à inovação pretende incentivar a complementaridade entre as instituições de ciência e tecnologia - ICTs e não a competição entre elas, com vistas a promover desenvolvimento de tais instituições e a convocá-las para a participar dos projetos de país.

Por outro lado, tradicionalmente, as políticas governamentais brasileiras de apoio a pesquisadores lotados tanto diretamente nas empresas quanto em instituições de ciência e tecnologia – ICTs incentivam a produção de publicações e a obtenção de patentes, mas não apóiam a importação de pessoal de alto nível. Foi sugerido que pesquisadores brasileiros ao obterem apoio para capacitação no exterior trouxessem alguém de alto nível, em contrapartida, uma vez que as empresas e ICTs ganham com recursos humanos e não somente com publicações e patentes. Isso aponta que há virtualidades, por exemplo, na forma de conhecimento tácito, que contribuiriam para o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais.

Ainda são citados os casos da China, da Coréia e da Índia como exemplos de concepção e prática de políticas e estratégias de investimentos em inovação a serem seguidos pelo Brasil, não apenas por parte de organizações do sistema governamental, mas também por aquelas do sistema empresarial. No sistema financeiro, a visão é de que o Brasil, ao buscar o exemplo da China, estaria disputando com este país, por exemplo, a primeira

posição como país seguidor e não como inovador a ser seguido por outros países.

Pode ser considerada inexistente política governamental ou mesmo de Estado, direcionada para o desenvolvimento de inovações radicais no Brasil. As organizações governamentais vêm tratando a inovação “no agregado”, por exemplo, biotecnologia, nanotecnologia, sustentabilidade, como termos fundadores genéricos, levando ao estabelecimento de políticas de ciência, tecnologia e inovação sem considerar prioridades nacionais e resultados esperados definidos. Igualmente a política industrial e de comércio exterior brasileira (o Programa de Desenvolvimento Produtivo – PDP), com o qual as políticas de inovação são tidas alinhadas, ou mesmo as políticas de apoio à inovação em renováveis, seguem a onda do que está sendo enfocado internacionalmente, sem levar em conta como o país pode ou não tirar proveito dessas inovações. Além disso, o tratamento conferido à inovação é função da ação dos gestores de cada organização governamental, não havendo concertação entre as diferentes organizações em prol de um resultado explicitamente definido, a ser alcançado com as linhas de apoio à inovação.

No que tange a fontes não fósseis, conforme mencionado, para a maior parte dos entrevistados, os investimentos em renováveis, como é o caso da produção de etanol, somente são considerados estratégicos no uso desses produtos como combustível e não como insumos para indústria química, e ainda assim em segundo plano, já que os discursos, estratégias e políticas atuais ainda continuam privilegiando o petróleo e o gás, mantendo o paradigma fóssil estabelecido, apesar da afirmação da "vocação verde” do Brasil, pelos integrantes dos diferentes sistemas. O Brasil é considerado como atrasado em termos de investimentos em C,T&I no tema renováveis.

As empresas declaram a necessidade de que o sistema de mídia brasileiro atue como o sistema de mídia internacional, particularmente no que se refere à mídia especializada, que faz estardalhaço sobre o uso do plástico verde, por exemplo. A mídia, na visão das empresas inclui também, seminários, *workshops* e debates, além de jornais, revistas e outros periódicos impressos e *online*, especializados ou não, bem como emissoras de televisão, etc. Na perspectiva de um entrevistado em instituição financeira pública, patentes também são consideradas como instrumentos de mídia.

De acordo com o sistema empresarial, a mídia não é pró-ativa, não se interessa por buscar, pesquisar, investigar, ouvir variantes, polemizar, ser isenta, limitando-se, na maior parte dos casos, a repetir a visão de alguns empresários. Tal procedimento impede movimentos que conduzam a uma mudança de paradigma.

Por outro lado, foi apontada também a necessidade do exercício do papel de divulgação por parte do sistema de mídia entre os atores de um mesmo sistema/setor/contexto, e não apenas para a sociedade ou senso comum.

A pesquisa mostrou que o estudo "Química Verde no Brasil 2010-2030", do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE adquiriu *status* de referência em renováveis, em diversas organizações da indústria química brasileira, no âmbito de todos os sistemas. O estudo, de modo geral, descreve os esforços brasileiros no desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas em renováveis, expressos por publicações e patentes, de forma a cotejar o conhecimento nacional com o que está sendo praticado globalmente. O estudo propõe a estruturação de uma "Rede Brasileira de P,D&I[111] em Química Verde" e a criação de uma "Escola Brasileira em Química Verde", como meios de "estabelecer uma dinâmica de inovação e competitividade para a indústria brasileira baseada em processos químicos que usam matérias-primas renováveis dentro do contexto da Química Verde" (CGEE, 2010, p.13). Tal estudo não faz nenhuma alusão ao potencial para inovação radical no uso de fontes renováveis em substituição às fósseis na indústria química.

Também, as publicações especializadas em ciência e tecnologia e em petróleo e gás são utilizadas como apoio em estudos que fundamentam a tomada de decisão de investimentos em inovações radicais potenciais e no tema renováveis, por empresas, especialmente pequenas e médias, bem como em organizações governamentais, na definição de suas linhas de apoio à inovação. As entrevistas realizadas, no âmbito do sistema de mídia, mostram que publicações especializadas apresentam os projetos e resultados de pesquisas que estão sendo desenvolvidas no contexto das políticas científicas, tecnológicas e de inovação vigentes.

---

[111] P,D&I – é um acrônimo utilizado para designar pesquisa e desenvolvimento – P&D e inovação.

É possível inferir que há uma circularidade impressa nesse padrão de atuação, que pode inibir o desenvolvimento de potenciais inovações radicais, incluindo a substituição de fontes fósseis por renováveis na indústria química.

Além disso, como já citado, as grandes empresas químicas brasileiras buscam um pouco de cada rota, apostando em renováveis do ponto de vista tecnológico, “para não depender do humor do petróleo”, e aguardam que o governo estimule a aposta em renováveis.

Para apoiar o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais no Brasil, incluindo renováveis, as empresas indicam que o Brasil deve acompanhar o modelo de compartilhamento de riscos adotado no exterior - financiamento governamental e capital de risco -, sem permanecer, porém, na condição de refém de interesses dos órgãos governamentais envolvidos. A política governamental não favorece o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais.

O apelo pela sustentabilidade se faz presente em todas as entrevistas realizadas, sendo plausível apontar o “verde” como um dos fatores unificadores com capacidade para produzir condições para caracterizar o uso de fontes renováveis na indústria química em substituição às fósseis com potencial para inovação radical.

O Brasil é apontado como “com vocação para o verde”, "com muito espaço a ser explorado". Contudo, o consumo atual de bioprodutos no Brasil pode ser considerado como elástico a renda e a preço, e assim, enquanto a comercialização de tais produtos for praticada com base em preços *premium*, os bioprodutos não substituirão os produtos derivados de fontes fósseis. Mesmo no mercado externo, o consumo se dá em nichos, e quando o peso dos bioprodutos na estrutura de custos dos produtos derivados não é significativo, como é o caso da *PlantBottle™* da Coca-Cola.

A análise das declarações dos entrevistados do sistema governamental e do sistema empresarial sugere que estes funcionam como grupos táticos com ações de curto alcance – as estratégias e políticas das empresas e do governo vêm reafirmando a posição do Brasil como seguidor, tendo com alvo, o alcance de posição semelhante à da China,

reconhecidamente o seguidor líder, nos dias atuais.

Com efeito, o tema soberania associado ou não a renováveis não se faz presente nas políticas, estratégias e ações das organizações entrevistadas nos diferentes sistemas.

Esse poder de classe, constituído por organizações governamentais e empresariais continua tendo latentes no grupo, as palavras de ordem das “elites orgânicas”, não demonstrando intenção de participar de um processo de modificação do paradigma vigente, para privilegiar o uso de renováveis. Por exemplo, a Petrobras elegeu a exploração da camada pré-sal como prioridade estratégica; a Braskem embora liderando o posicionamento da Associação Brasileira da Indústria Química – Abiquim, a qual definiu o verde como prioridade estratégica, busca firmar seu posicionamento como empresa global produtora de petroquímicos, apesar de se apresentar globalmente como o produtor mundial de polietileno verde. A Petrobras não vinha conseguindo atuar na produção de etanol no Brasil, principalmente diante dos acordos entre empresas produtoras de açúcar e álcool e governo[112]. É reconhecido pelos entrevistados desses sistemas, que “o governo deve estimular *start-ups* em renováveis com participação de empresas como Dow, Basf”. E o sistema de mídia reproduz a posição dos grupos, sem questionamentos.

Para o sistema governamental, conforme referido, o investimento em renováveis está muito mais direcionado à sua utilização como combustível do que como insumo para indústria química, e mesmo assim em segundo plano, já que os discursos, estratégias e políticas atuais continuam privilegiando o petróleo e o gás, mantendo o paradigma fóssil estabelecido. O etanol, por exemplo, é ainda para o governo, insumo estratégico como combustível e não como insumo químico. Apesar da afirmação da vocação “verde” do Brasil pelos integrantes dos diferentes sistemas, empresas da indústria química ainda parecem preferir seguir o “humor do petróleo”, mantendo e privilegiando seus investimentos em derivados de fontes fósseis, a despeito de reconhecerem que o peso social do uso de renováveis é pequeno, mas estratégico, significando soberania nos

[112] Esta situação vem se alterando, e atualmente, é crescente (conforme exposto no Plano Estratégico 2010-2015 da Petrobras) a participação da Petrobras na produção de etanol, mediante acordos/associações com produtores de etanol. Provavelmente, a Petrobras acompanha os movimentos das grandes empresas de petróleo (associadas ou não com "empresas de tecnologia em renováveis"), cada vez mais presentes no Brasil, por meio de diferentes tipos de alianças estratégicas com produtores de etanol.

médio e longo prazos.

Por outro lado, o sistema de ciência e tecnologia, apesar de investir maciçamente em pesquisas visando à substituição de fontes fósseis por renováveis, depende de biocatalisadores das empresas globais para desenvolverem suas pesquisas.

Cabe observar que, como já mencionado, as grandes empresas globais de petróleo estão envolvidas com o tema renováveis, divulgando seus investimentos na mídia especializada. Quanto às empresas petroquímicas brasileiras com investimentos no tema, estas também se fazem presentes nos fóruns, congressos, etc., mas o foco da participação não é a divulgação de tais investimentos, mas de marcar presença como empresa de origem brasileira com atuação em petroquímica.

Cabe ainda notar que a pesquisa de campo mostrou não haver concordância sobre o conceito de inovação intra-sistemas e intersistemas – o único consenso observado é a associação de uma inovação a uma novidade. Contudo, tal desconcerto abre espaço para a composição de um conceito de inovação de inovação radical, a partir do qual possa se estruturar um conjunto de políticas, estratégias e ações, que permita ao país, como poder de classe com atuação internacional, por exemplo, envolvendo empresários nacionais e governo, unir esforços para engendrar uma construção nacional soberana.

<u>considerações finais sobre a validade e aplicabilidade do modelo concebido</u>

A Figura 12 - Declarações dos entrevistados nas dimensões analíticas do modelo proposto e a Figura 13 - Declarações dos entrevistados nos diferentes sistemas conforme o modelo proposto, incluídas a seguir, reúnem exemplos de afirmações dos executivos consultados, que ilustram a validade e aplicabilidade do modelo estruturalista concebido para avaliar o potencial para inovações radicais, demonstrando que tais inovações são determinadas por arranjos de virtualidades - estruturas econômicas, sociais, políticas e tecnológicas. Estas se expressam nas vontades coletivas, nas aspirações individuais, regras econômicas, opções tecnológicas, colegiados de interesses, ordens políticas, etc., que prevalecem historicamente em um sistema de produção.

Figura 12 – Declarações dos entrevistados nas dimensões analíticas do modelo proposto

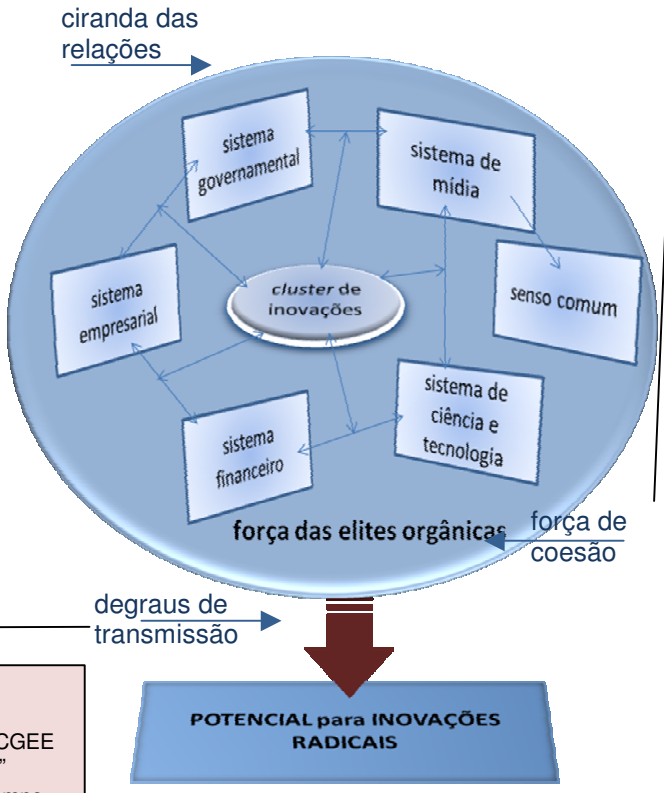
"O inovador é refém dos órgãos, dos interesses".

"O uso do etanol como matéria-prima ao invés de nafta facilita a pulverização do mercado, é antiglobalização".

"O governo deve estimular *start-ups* em renováveis com participação de empresas como Dow, Basf".

"A gestão e os critérios de decisão são com base na demanda das empresas e do governo".

"Em que medida fazer: algo de *catch-up*, porque já existe indústria brasileira [...], apostar nas vantagens para melhoria da balança de pagamentos; tecnologia para geração de renda; perseguir a fronteira; atuar na oportunidade; sustentar na função produção".



"Todas as empresas globais de petróleo estão tratando de renováveis na mídia especializada, e como têm recursos financeiros, têm condições de fazer a transição para renováveis".

"Empresas nacionais são 'vendidas', servem aos cartéis internacionais, não há visão nacionalista".

"São necessários pesados investimentos do governo, das empresas e da academia, e formação econômica para saber como monitorar a *triple helix*, como fazer o todo somar".

"A Braskem pode ser usada para generalizar o Brasil [...], tem estratégia de seguidor rápido. O Brasil também é seguidor rápido, as empresas, o governo, as pessoas. Por que não é líder mundial? Porque não quer assinar cheque e empreender".

"O polietileno verde não vai substituir o polietileno petroquímico. Tudo depende de vontade política".

"É o que há lá fora".

"O estudo Química Verde, do CGEE é usado como base para tudo."

"Por exemplo, a máquina do tempo, o laser invisível ou o colchão magnético não teriam espaço, porque não têm visão científica; são até pesquisas possíveis de serem feitas, mas estão muito distantes da realidade".

"As ações governamentais não são para propaganda de fontes renováveis como substitutas de fósseis, mas para biodiesel, para o Nordeste".

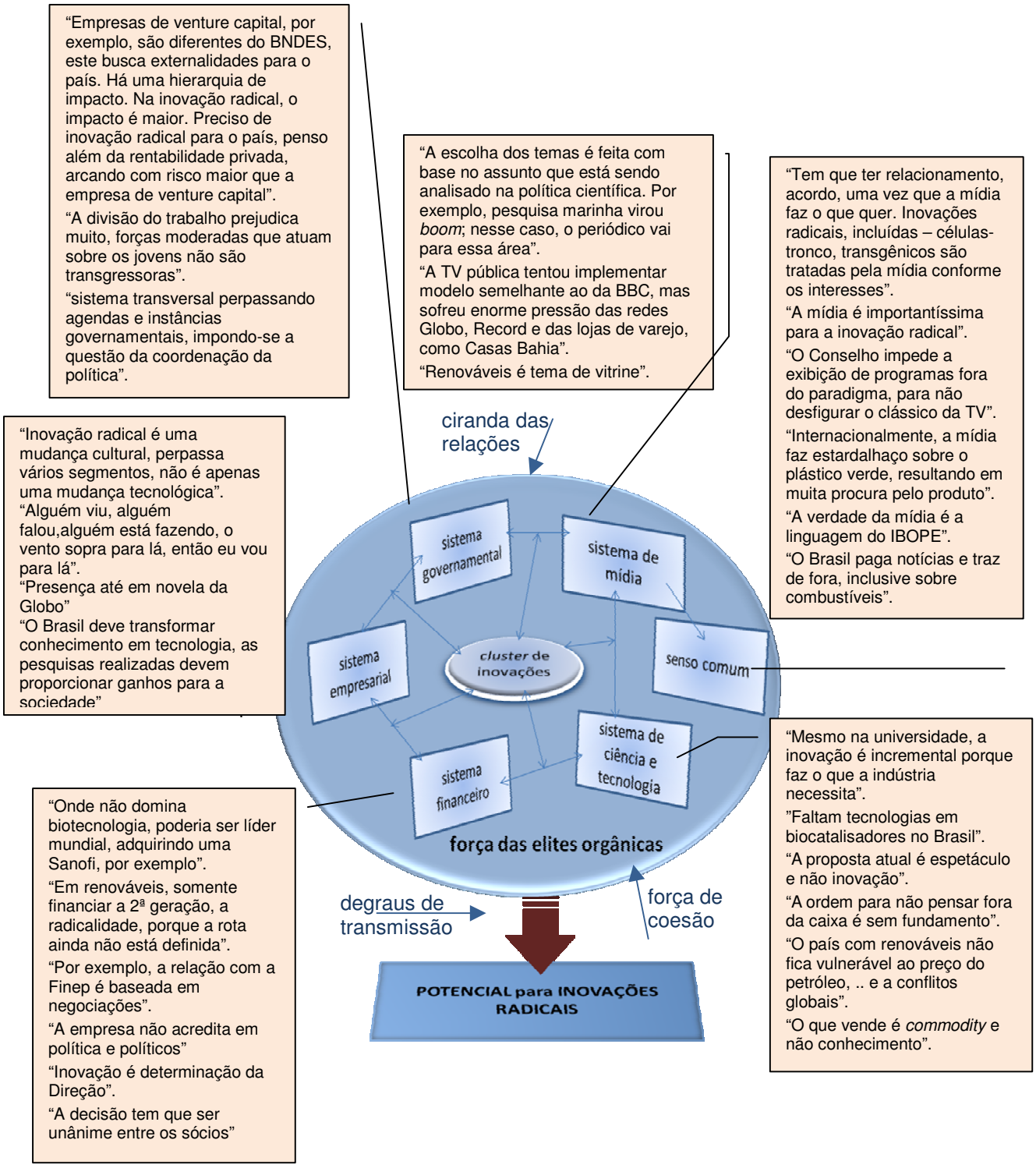
"Tem-se uma mídia política, com poderes acima dos Trigueiros".

"Forças tecnológicas exógenas e muito dinheiro comandam a indústria nacional".

"Falta espírito de corpo".

"Balanço energético é resultado de inteligências e interesses".

Figura 13 – Declarações dos entrevistados nos diferentes sistemas conforme o modelo proposto



A validade e a aplicabilidade do modelo estruturalista proposto podem ser ainda corroboradas pelas declarações relativas à visão dos entrevistados dos diferentes

sistemas sobre o posicionamento do Brasil em termos de potencial para o desenvolvimento de inovações radicais, objeto da última questão incluída no roteiro de pesquisa. Tais declarações, literalmente incluídas no Quadro 23 - Virtualidades que explicam uma dada conformação estrutural sistêmica, do Apêndice D, mostram que esse potencial se expressa por aquelas virtualidades que sustentam uma determinada conformação sistêmica como um campo unificado, e que são dadas antes do sistema ser reconhecido enquanto tal, corroborando a hipótese de trabalho desta pesquisa.

O Quadro 16 - Ideologias que mantêm a coesão de um paradigma reúne exemplos de fatores simbólicos, tais como conceitos, princípios, palavras de ordem e enunciados valorativos, que se tornam ideológicos e que se projetam nos sistemas sociais ou institucionais, mantendo um paradigma, conforme depreendido das declarações literais dos executivos entrevistados na pesquisa de campo (Quadro 23, Apêndice D).

Quadro 16 - Ideologias que mantêm a coesão de um paradigma

sistema	**conceitos, princípios, palavras de ordem e enunciados valorativos**
empresarial	o Brasil visa posição de seguidor. o negócio petróleo determina a dinâmica da indústria química brasileira. investimentos de maior risco somente compartilhado com o governo. vontade de contribuir para a soberania do país.
financeiro	o Brasil procura ser seguidor rápido. inovação é tema a ser explorado. as relações intra e inter-sistemas são baseadas em muitas negociações.
de mídia	a propaganda criou o termo “inovador”. inovações fora do paradigma não têm visão científica. somente a política científica determina os temas objeto de publicação programas fora do paradigma desfiguram a TV. as diretrizes do conselho diretor da TV determinam todas as grades de programação da TV.

Quadro 16 - Ideologias que mantêm a coesão de um paradigma - cont.

sistema	**conceitos, princípios, palavras de ordem e enunciados valorativos**
governamental	um sistema transversal perpassa agendas e instâncias governamentais. o modelo de substituição de importações ainda prevalece, inclusive na mídia. China e Coréia com exemplos a serem seguidos pelo Brasil. no Brasil, a inovação se dá fora da economia - a política de inovação é incompatível com política macroeconômica. investimento em tecnologia é função de rentabilidade e risco. indução estatal imprescindível para desenvolvimento de inovações radicais. papel do INPI como anotador, e não como sinalizador do tipo de ativo intangível importante para o desenvolvimento do país. equipes permanentes de P&D são quem desenvolvem estratégias tecnológicas. a competição entre organizações é melhor do que a colaboração entre elas. pessoas que quebram regras, que avançam além do estabelecido são fundamentais para o desenvolvimento de inovações radicais. empresa busca parceria com ICTs visando redução de custos. há uma conformação estrutural não amigável à inovação radical.
de ciência e tecnologia	a universidade está organizada e estruturada para desenvolvimento de inovações incrementais. a integração universidade-empresa não induz o desenvolvimento de inovações radicais, por atender a necessidades de empresas. a competição entre organizações é melhor do que a colaboração. a década 2010-2020 ainda é estruturada para inovação incremental. o investimento em renováveis é condição de soberania. as decisões são políticas e não tecnológicas. não há políticas governamentais para incentivar inovações radicais há expressivas barreiras ao desenvolvimento de inovações radicais, que estão além do jogo de interesses de negócios. a sociedade brasileira não é consciente do papel de inovações radicais. conceitos estabelecidos pela propaganda comandam a prática de empresas como a Braskem. a atuação da Braskem é o único exemplo a ser seguido na indústria petroquímica. renováveis são fontes somente para biodiesel e para o Nordeste. o polietileno verde não vai substituir o polietileno petroquímico, tudo depende de "vontade política. o “pré-sal” determina os investimentos brasileiros em inovação.

A partir do Quadro 16 anterior, é possível inferir que as estratégias, políticas, ações e esforços das organizações componentes dos diferentes sistemas buscam ordenadamente o desenvolvimento de inovações incrementais. As decisões de investimentos no desenvolvimento de inovações são tomadas como que movidas por uma determinação transcendente de almejar uma posição de seguidor - portanto inovações incrementais, apesar de ser consenso, na visão da quase totalidade dos executivos entrevistados, a necessidade de investimentos no desenvolvimento de inovações radicais, incluindo o uso de renováveis, como condição de soberania do país.

Cabe reproduzir a declaração literal de um dos alto-executivos entrevistados: "a Braskem pode ser usada para generalizar o Brasil – tem estratégia de seguidor rápido; o Brasil também é seguidor rápido, as empresas, o governo, as pessoas".

Diante do exposto, o modelo pode ser considerado aplicável e válido porque permitiu capturar por inferência, as virtualidades que contribuem para explicar e compreender as condições que condicionam a produção social de inovações radicais. Dito de outra forma, o modelo possibilita conhecer e compreender valores simbólicos ou ideologias, que podem estabelecer e manter um sistema coeso como estrutura social, demonstrando, assim, que é possível examinar a coesão de um sistema como uma virtualidade.

8.2. POTENCIAL PARA INOVAÇÃO RADICAL DA MUDANÇA DE BASE DE MATÉRIAS-PRIMAS DA INDÚSTRIA QUÍMICA DE FÓSSEIS PARA RENOVÁVEIS.

Ainda conforme exposto na seção 5.2 do Capítulo 5, na abordagem estruturalista, as inovações radicais são observadas no contexto de um dado arranjo ou de uma dada configuração sistêmica, onde os elementos não podem existir e nem serem conhecidos fora da rede de relações. Cada elemento condiciona e é condicionado pela coesão do arranjo, o qual se mantém coeso durante certo período de tempo (*e.g.,* na análise das revoluções tecnológicas pelo ponto de vista econômico, realizada por Perez (2005), esse tempo é de cinqüenta - sessenta anos).

Esse arranjo pode ser alterado no todo e nas partes, pela dissolução da coesão e adquirir nova conformação na qualidade de todo, pela intervenção de uma condição externa ao arranjo, por exemplo, o colapso ambiental do planeta, ou de uma condição interna ao arranjo, como pela criatividade de indivíduos que o integram. Contudo, nenhuma estrutura existe coesa sem o valor simbólico ou ideológico – virtualidade, que a mantém como identidade compartilhada para os diversos elementos a partir do sistema.

Como mencionado no Capítulo 7, a idéia de que restrições ambientais ao uso de tecnologias que contribuam para o aquecimento global serão crescentes nos próximos anos se estabeleceu como consenso em todos os fóruns nacionais e internacionais.

Também na visão de Perez (2008), o apelo “verde” juntamente com tecnologias de informação e comunicação - TICs pode se constituir na ideologia que determinará as condições da próxima “revolução tecnológica”, no dizer da autora, ou seja, na ideologia que determina um desequilíbrio na configuração sistêmica prevalecente e estabelece outra configuração - “o verde é o fator unificador” (Perez , 2008, 2010a).

O Quadro 17 - Renováveis como elemento unificador, incluído a seguir, apresenta declarações literais dos entrevistados que ratificam o verde como elemento unificador, e nesse sentido, afirmam o potencial para inovação radical da mudança de base de matérias-primas na indústria química de fósseis para renováveis.

Quadro 17 - Renováveis como elemento unificador

sistema	**declaração literal**
empresarial	o tema renováveis está na moda os investidores de risco têm papel de estimular *start-ups* em renováveis com participação de empresas, como Dow, Basf o consumidor de produtos de higiene, perfumaria e cosméticos está percebendo as mudanças relacionadas à sustentabilidade no produto na embalagem tanto o plástico verde como a biodegradabilidade apelam pela sustentabilidade
financeiro	não existe nada mais anti-verde do que o polipropileno verde, por exemplo na mídia especializada todas as empresas de petróleo estão tratando do assunto renováveis no longo prazo, a tendência é o uso de biocombustíveis híbridos e polímeros novos por bioprocessos enzimáticos e não partindo do etanol
governamental	o etanol não nasceu de uma evolução sistêmica para a inovação; foi desenhado com intervenção pública, para diversificação da matriz energética; agora, o apelo é sustentabilidade. existe uma Divisão de Renováveis e Meio Ambiente, que realiza estudos e trabalhos nos temas economia verde e mudanças climáticas; toda a agenda de pesquisa em meio ambiente é de características sociais e econômicas e não de ciências exatas. a competitividade do etanol era pequena e transformou a cena. Tem feitos incríveis, dada a juventude do conhecimento brasileiro.
de ciência e tecnologia	é vocação natural do Brasil a atuação em renováveis todos os países estão vislumbrando a sustentabilidade o meio ambiente faz ter certeza que o caminho é sem volta
de mídia	o periódico trata do assunto renováveis diariamente.

Outras afirmações dos entrevistados mostram a interação com o sistema de mídia como necessária não apenas para estabelecimento de "renováveis" como senso-comum, mas também com papel relevante em um processo de inovação radical. O Quadro 18 - A mídia, inovação radicais e renováveis como senso-comum, inserido a seguir, e contendo declarações literais dos executivos entrevistados, ilustra o exposto.

Quadro18 - A mídia, inovações radicais e renováveis como senso-comum

Sistema	**afirmação literal**
empresarial	"renováveis" presente até na novela da Globo. internacionalmente, faz-se estardalhaço sobre plástico verde, resultando em muita procura pelo produto. renováveis e clima ainda não se fazem presentes na mídia no Brasil. o papel da mídia é fundamental. a mídia deveria entender todos os atores de um processo de inovação. há necessidade de divulgação entre os atores e não apenas para a sociedade. a mídia também inclui *workshops* e debates sobre o assunto. a mídia repete a mesmice dos empresários, não vira o balde. a mídia deveria transformar e firmar conceitos
financeiro	renováveis é um tema para inclusão na pauta. não há clareza sobre renováveis no público em geral, o senso-comum ainda não foi construído. também a mídia especializada, apesar de mais consolidada, trata renováveis como risco, em *trade-offs* com alimentos, em locais como Brasil. na mídia especializada, todas as empresas de petróleo estão tratando do tema renováveis. o investidor e a mídia podem induzir e inibir inovações radicais.
governamental	a mídia ainda é enviesada; parte da mídia é prisioneira do discurso nacionalista à moda antiga, da substituição de importações. a mídia deve ter forte diálogo e interação com o sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação, de forma a dar credibilidade ao êxito do conhecimento nacional. a mídia deve ter papel de difusão da consciência da factibilidade da inovação radical.
de ciência e tecnologia	não existe esse mito de energia ou alimentos; resíduos não competem com alimentos. espera-se uma mídia ética, mas tem-se uma mídia política, com poderes acima dos Trigueiros. […], não são para propaganda de fontes renováveis como matérias-primas em substituição às fósseis; a propaganda é somente para biodiesel para o Nordeste. o papel da mídia é de se opor, e não o faz. há necessidade de divulgação pela mídia de tudo que está sendo feito no Brasil em renováveis, por todas as organizações – empresas, universidades, governo. todos os países estão vislumbrando a sustentabilidade, e a população acredita que a indústria química apenas polui e não enxerga, por exemplo, que é a química que faz a química verde. a mídia poderia mostrar biorefinaria, sucroquímica, e complementar, …, mostrar resíduos de poluição transformados em matérias-primas. a mídia é importantíssima para a inovação radical.
de mídia	renováveis é tema de vitrine; o periódico trata do assunto renováveis diariamente.

Ainda de acordo com o modelo estruturalista proposto, também como já apresentado no Capítulo 5, um *cluster* de inovações e conhecimento, é constituído por um monopólio de conhecimento e inovações, determinado por acordos tácitos e explícitos entre as lideranças de empresas transnacionais e o alto-escalão de alguns governos. Assim, o potencial para inovações radicais se traduz pela possibilidade, desejo e vontade de estabelecimento de nova composição de forças e estruturas por parte de governos e empresas, que se institua como poder de classe para superar as interdições à construção de uma política de soberania tecnológica nacional, especialmente em um país em desenvolvimento, impedindo que a estrutura seja preservada pela força daquele poder de classe que a deseja mantida, particularmente as "elites orgânicas".

Complementando o Quadro 16 - Ideologias que mantém a coesão de um paradigma, anterior, as declarações literais dos entrevistados dos diferentes sistemas reunidas no Quadro 19 - A regência expressa por acordos tácitos e explícitos entre lideranças, seguinte, apontam a existência de um elemento unificador que expressa essa regência exercida por acordos tácitos e explícitos entre a liderança de grupos transnacionais e o alto-escalão de alguns governos.

Quadro 19 - A regência expressa por acordos tácitos e explícitos entre lideranças

sistema	**declaração literal**
empresarial	o inovador é refém das organizações, dos interesses. o pesquisador na empresa vai seguir as regras da empresa, [...], como não estar atrelado? os investidores de risco têm papel de estimular *start-ups* em renováveis com participação de empresas como Dow, Basf.
financeiro	trabalhar em parceria, como equipe, independentemente dos partidos. trabalhar sem acordos, com independência financeira. ser movida a conceber rupturas significa escolher lugares, muitos recursos financeiros e é necessário fazer alianças. por exemplo, ao olhar o complexo usinas - agrícola e indústria, há oportunidades para a tecnologia nacional, mas os microorganismos são trazidos de fora, da Amyris, da Novozymes. tem que ter acordo, relacionamento com a mídia, uma vez que ela faz o que quer; as inovações radicais também se incluem; por exemplo, células-tronco, transgênicos são temas tratados pela mídia, conforme os interesses. como as empresas de petróleo têm recursos financeiros, elas são capazes de fazer a transição para renováveis; por exemplo, a Total comprou a Amyris.

Quadro 19 - A regência expressa por acordos tácitos e explícitos entre lideranças - cont.

sistema	declaração literal
governamental	outro exemplo, ação conjunta entre Finep e BNDES para atrair centros de P&D de empresas internacionais para o Brasil, com pesquisas na fronteira do conhecimento e de inovações radicais, que sustentam as decisões estratégicas. inovações radicais, este é um desafio que o Brasil tem que enfrentar; o Brasil não abriga, na condição de matriz, grandes empresas centralizadas capazes de estruturar. qualquer política efetiva para inovação radical tem que envolver indução estatal, depende de formulação estratégica que valorize a autonomia tecnológica. Para que o país se posicione como potencial desenvolvedor de inovações radicais, o sistema governamental sugere [...], procedendo a uma ruptura de integrar desenvolvimento estrutural para gerar conteúdo nacional desenvolvimentista. a orientação recebida em todas as organizações de propriedade intelectual em todo o mundo é de não conceder patentes a algumas tecnologias específicas. o foco nos anos 80 eram estudos inspirados no conceito de inovação radical: TICs, biotec, materiais, nanotec; tinham como *drivers* o progresso técnico e por que o mundo salta e a América Latina não; há 30 anos o *driver* é inovação, ou seja, prevalência de estudos sobre inovação/tecnologias, mas sem abandonar os sobre investimento fixo. por exemplo, hoje a notícia é o perigo da energia nuclear, antes era a vantagem/segurança da mesma.
de ciência e tecnologia	balanço energético é resultado de inteligências e interesses falta no Brasil tecnologias para biocatalisadores não há políticas governamentais para incentivar inovações radicais; não há informações para a sociedade para que ela saiba discernir; há barreiras enormes, não é só jogo de interesse de negócios - como não tenho força para jogar, não tenho sociedade de discernimento; por exemplo, grupos econômicos não deixam o aeromóvel. as decisões são políticas e não tecnológicas o assunto já é tratado por países desenvolvidos e a sociedade brasileira deve entender os benefícios dessa mudança. Os atores devem trabalhar de modo integrado. outro exemplo, a Petrobras é mal vista no setor sucroalcooleiro. O etanol foi entrando na matriz de combustíveis, mas os usineiros vêem a Petrobras como querendo impedir o desenvolvimento do setor açucareiro. Por exemplo, a Petrobras não conseguiu operar uma destilaria brasileira; está nos Estados Unidos empresas nacionais são "vendidas", servem aos cartéis internacionais, não há visão nacionalista. forças tecnológicas exógenas e muito dinheiro comandam a indústria nacional. espera-se uma mídia ética. Mas tem-se uma mídia política, com poderes acima dos "Trigueiros"* mas o Brasil paga notícias e traz de fora, inclusive sobre combustíveis
de mídia	a mídia especializada em ciência, tecnologia e inovação deve ser palco para divulgação das instituições de ciência e tecnologia, um espaço a ser ocupado e um canal para chegar à comunidade científica. mas atualmente, a TV pública somente atua na distribuição e não na produção, e com viés político-partidário. A proposta de maior autonomia de decisão não foi considerada: limpar “o cabide” para profissionalizar a gestão. a emissora tentou implementar modelo semelhante ao da BBC, mas sofreu enorme pressão das redes Globo, Record e das lojas de varejo, como Casa Bahia

Nota: *André Trigueiro, jornalista "âncora" da Globo News

Conforme apresentado anteriormente na seção 4.3, Capítulo 4, Perez (2005, 2008, 2010a, 2010b) vê a mudança para o "verde combinado com as tecnologias de informação e comunicação - TICs, como elemento unificador do próximo “paradigma tecnoeconômico” a se instalar. Também prevê a “economia verde” como espaço a ser ocupado especialmente por países em desenvolvimento.

No que concerne ao potencial para inovação radical inserido na substituição de fontes fósseis para renováveis na indústria química, o resultado da pesquisa de campo sugere que tal substituição pode apresentar potencial para inovação radical, especialmente no Brasil, com base em três condições: a vocação brasileira para o verde, geograficamente; a conscientização dos integrantes dos diferentes sistemas que investimentos em renováveis são condição de soberania nacional; e o caráter “glocal”, *i.e.*, “anti-globalização” dos investimentos em renováveis.

Porém, a análise do resultado da pesquisa de campo também indica que não há de fato concertação necessária à indução de uma mudança de paradigma, entre as políticas, estratégias e ações empreendidas pelos integrantes dos diferentes sistemas. Apesar de expressarem um forte desejo de que essa mudança ocorra - as escolhas realizadas não perseguem a busca de posição de liderança tecnológica - via renováveis ou não -, para o Brasil, mas o alcance de uma posição de primeiro seguidor.

Além disso, integrantes de todos os sistemas ressaltam que empresas, organizações financeiras, instituições de C,T&I, organizações governamentais, organizações de mídia atuando no Brasil parecem ainda abraçar os ditames das grandes empresas globais; ainda não é observado interesse institucional ou sistêmico nas partes envolvidas no processo em prol da “soberania tecnológica” do país, via renováveis. Por exemplo, os biocatalisadores, fundamentais para a produção de renováveis, são de propriedade de empresas globais altamente especializadas, e não foram mencionadas e identificadas pesquisas no tema sendo empreendidas por empresas ou ICTs nacionais ou mesmo pesquisas em fontes renováveis para a indústria química, que possam prescindir do uso de tais biocatalisadores. Por outro lado, enunciados valorativos sobre o tema renováveis

se difundem intra e inter-sistemas sem que haja análise crítica sobre o conteúdo desses enunciados, como expresso na circularidade de estudos e análises que fundamentam muitas das escolhas estratégicas intra e inter-sistemas.

Nas políticas governamentais, “renováveis” é tema prioritário para uso como combustível e não como insumo químico. Não há política de Estado voltada para a substituição de fontes de matérias-primas na indústria química e nem para incentivar o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais. A alta-gerência das organizações governamentais trata de inovações “no agregado”, e as inovações tecnológicas, a partir de termos genéricos (biotecnologia, nanotecnologia, etc.) sem considerar especificidades e prioridades nacionais.

O exame dos resultados das entrevistas com os executivos integrantes dos diferentes sistemas evidencia ainda, que a mudança de fontes de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis depende da efetuação de virtualidades que estão além da capacitação tecnológica nacional. Por exemplo, muitas afirmações dos entrevistados mencionam a “falta de vontade política” para a implementação de ações que propiciam tal mudança.

Adicionalmente, as organizações componentes dos diferentes sistemas não consideram em suas estratégias e políticas o desenvolvimento de inovações fora do paradigma. A pesquisa de campo evidencia que o potencial para inovação radical não é um fator considerado nas decisões estratégicas das organizações dos diferentes sistemas. Igualmente, o conceito de inovação radical que fundamenta a tomada de decisões não está associado ao conceito de soberania.

Os integrantes dos diferentes sistemas reconhecem o papel do sistema de mídia como essencial para a transição de fontes fósseis para renováveis na indústria química, bem como para o desenvolvimento de inovações radicais.

O papel do Estado como condutor de um processo de mudança de paradigma é do mesmo modo ressaltado como de extrema relevância. Nas organizações privadas,

apenas a rentabilidade é o critério para tomada de decisões estratégicas e as empresas demandam a presença do Estado para compartilhar riscos.

Contudo, os resultados da pesquisa também demonstram que as ações governamentais não vêm se mostrando efetivas para alterar o cenário atual vigente, na medida em que não há articulação interinstitucional e muitas das decisões estratégicas tomadas pela alta-administração das diferentes organizações governamentais, apesar do envolvimento de todos, são decorrentes de orientações político-partidárias, portanto, sem concertação, como já mencionado.

A partir das declarações de entrevistados do sistema empresarial, tais como "alguém viu, alguém falou, alguém está fazendo, o vento sopra para lá, então eu vou para lá" ou "a empresa não considera ficção científica", é possível inferir que essas empresas pertencem a um grupo de replicadores de enunciados valorativos do poder de classe regente, reiterados no senso comum.

Por outro lado, os resultados da pesquisa de campo detectam que a formação acadêmica e profissional atualmente empreendida no país não estimula o desprendimento do êxito individual para o coletivo[113], e nesse sentido, inibe uma construção para inovação radical.

Assim, a avaliação dos resultados da pesquisa de campo revela a falta de coesão manifestada nas políticas, estratégias e ações das diferentes organizações que integram os sistemas empresarial, governamental, financeiro, de ciência e tecnologia e de mídia, em prol do desenvolvimento de inovações potencialmente radicais, como a utilização de fontes renováveis como matérias-primas para a indústria química, que em última análise, poderiam contribuir para a soberania tecnológica do país .

A análise dos resultados no âmbito das dimensões analíticas propostas pelo modelo estruturalista concebido, como ilustrado nas Figuras 12 e 13 anteriores, mostra que é

---

[113] Cabe realçar, que os qualificativos individual e coletivo se referiram nas entrevistas em que este ponto foi levantado, muito mais à cultura de competição do que de colaboração entre pesquisadores, característica expressa nas políticas governamentais e nas atividades de C,T&I desenvolvidas nas ICTs. Essa característica também é mencionada em referênca a empresas e aos sitema educacional brasileiro. Não se trata aqui, especificamente, do empreendedorismo resultante de pesquisas individuais.

possível conhecer a força de coesão que estabelece e mantém um paradigma. Vem também validar que as condições que definem a prevalência de um *cluster* de inovações em uma conformação estrutural dada são determinadas por acordos tácitos e explícitos entre a liderança de grupos transnacionais e o alto-escalão de alguns governos, ou seja, pela ação “silenciosa” de um poder de classe, que estabelece esse monopólio de conhecimento e inovações. Revela ainda, que o modo de produção atual não mais parece ser um capitalismo nas suas modalidades tradicionais, mas um modo de produção com características feudais, como tratado no Capítulo 5, seção 5.1.

O Quadro 20 - Sumário dos resultados da pesquisa de campo ilustrando a aplicação do modelo analítico concebido, apresentado a seguir, ilustra a aplicação do modelo estruturalista fundado em valores de coesão, com suas três dimensões analíticas complementares e interdependentes, concebido por esta pesquisa, para avaliar as condições determinantes de inovações radicais.

Quadro 20 - Sumário dos resultados da pesquisa de campo ilustrando a aplicação do modelo analítico concebido

dimensão analítica	**resultados**
ciranda das relações	presença de muitas negociações e acordos, mas sem concertação. estratégias e políticas com base em estudos internos e externos, seguindo tendências e considerando relações político-partidárias. potencial para inovação radical não é considerado nas estratégias e políticas. busca de êxito individualizado e não coletivo. o sistema de mídia reproduz as declarações da alta gerência de empresas, ICTS e governo, nos temas inovação radical e renováveis.
força de coesão	os ditames tecnológicos das empresas transnacionais são perseguidos. dependência tecnológica significativa às empresas transnacionais. atuação governamental e empresarial visa liderança como seguidor. compartilhamento de riscos é cânone. aversão a investimentos em inovações fora do paradigma.
degraus de transmissão	presença e liderança de empresas transnacionais é imprescindível. circularidade dos estudos que fundamentam estratégias/políticas. tratamento de inovações “no agregado” – biotec, nanotec, sem considerar prioridades nacionais. empresas, governo e mídia como grupos táticos com ações de curto alcance – ausência do tema soberania, associado ou não a renováveis e busca de liderança na posição de seguidor.

No entanto, esse monopólio pode ser quebrado. Várias declarações dos entrevistados dos diferentes sistemas apontam a possibilidade de superação de embargos a uma construção para inovação radical no Brasil, inclusive via renováveis como insumos químicos, e que dessa forma, podem contribuir para a concepção de estratégias e políticas visando nova composição de forças e estruturas.

Assim, é possível inferir que um poder de classe internacional, composto por algumas empresas nacionais e organizações governamentais, constituir-se-ia em um dos agentes para liderar uma mudança de paradigma. O Quadro 21 - Declarações que apontam para superação dos embargos a uma construção para inovação radical no Brasil, inserido a seguir, sumaria tais declarações, reproduzindo as palavras dos executivos entrevistados.

Quadro 21 - Declarações que apontam para superação dos embargos a uma construção para inovação radical no Brasil

sistema	**declaração literal**
empresarial	ousar, assumir maior risco, confiar nas pessoas, nas empresas, em pessoas que querem mudar relações; o governo é o principal agente para pensar relações. o foco, por exemplo, não seria a copa de 2014, mas conhecimento. influenciar a disposição para responder ao país, trabalhar em projetos para o país; às vezes são para a empresa. o governo deve considerar o etanol como matéria-prima estratégica também na indústria química e não apenas como insumo energético.
financeiro	por que o Brasil não é líder mundial? Porque não tem capacidade de absorção, não quer assinar cheque e empreender. o modelo ideal de ICT é: qualidade, vínculo com as melhores universidades; *funding* público e de empresa; o conhecimento não é apenas da empresa, mas é de benefício público. o investidor e a mídia podem inibir/induzir inovações radicais. hoje o Brasil começa a ter possibilidade de inovar radicalmente, apesar da economia desorganizada.
de ciência e tecnologia	para desenvolver inovações radicais no Brasil, somente em parcerias. há necessidade de divulgação pela mídia de tudo que está sendo feito no Brasil em renováveis, por todas as organizações – empresas, universidades, governo. o Brasil ainda pensa empresas – Petrobras (pré-sal), Braskem (sustentabilidade para ser player internacional petroquímico), e não país. são necessários investimentos pesados do governo, da academia e das empresas e formação econômica para saber como monitorar a "*triple helix*", como fazer o todo somar. poderia haver parceria entre o setor agrícola e a indústria química e ocupar espaço na mídia.
de mídia	para a TV pública, são necessárias políticas públicas e recursos a fundo perdido: como nos 12 Contos Peregrinos, de Gabriel Garcia Marques - para ter os 12 contos, escreveu 48 e tomou a decisão de jogar 36 fora, em nome de uma escrita maior - inspiração, criatividade, genialidade, um trabalho de carpintaria, disciplina. Pode errar muito - Mozart jogou muito trabalho fora, mas fazer escolhas. Além disso, formação, ensino de qualidade, do básico ao universitário. Em suma, para inovações radicais: boas escolas, boa formação, recursos a fundo perdido - políticas públicas.

Quadro 21 - Declarações que apontam para superação dos embargos a uma construção para inovação radical no Brasil - cont.

sistema	**declaração literal**
governamental	qualquer política efetiva para inovação radical tem que envolver indução estatal, depende de formulação estratégica que valorize a autonomia tecnológica do país.
	se estivesse na liderança de uma empresa, visaria a vantagem, a distância sobre os concorrentes, pela inovação radical.
	foco em investimentos para garantir crescimento do conhecimento nacional, sob controle nacional; hoje há pouca inovação ou apenas incremental.
	difusão na mídia, da consciência de factibilidade de uma inovação radical.
	a incerteza é uma dimensão importante da inovação radical, que o Estado pode promover se compartilhar; a efetividade depende de um ambiente que estimule o risco, mas há alto grau de financeirização que inibe a inovação radical, que garante ganhos com aplicações financeiras, sem alimentar pré-disposição para o desenvolvimento de inovação radical.
	o Estado tem elevado grau de interferência nas empresas e elevado papel de indução, por exemplo, a internet foi resultado do Estado norte-americano mais empresa da área de defesa.
	articulação permanente no desenho de instrumentos combinados para aumento do conhecimento nacional que pode levar a inovações radicais,
	ruptura de integrar desenvolvimento estrutural para gerar conteúdo nacional desenvolvimentista.
	reconfigurar a máquina estatal, convergência e integridade para a inovação radical, superando também a dificuldade de diálogo intramáquina do Estado.
	políticas horizontais (pagas com incentivo fiscal) não são adequadas para promover inovação tecnológica. O pulo do gato está na seleção, é a Economia que fala isso.
	se FNDCT* é x% energia, y% saúde, etc., a ação deve ser coordenada com os ministérios estratégicos (Defesa, Energia, Saúde), que trariam suas prioridades e investimentos em infra-estrutura. Por exemplo, se Energia quer motores mais térmicos, então inovações em novos materiais.
	o Estado deveria ter posição mais agressiva, ter presença onde o privado não atua, pensando em ganhos para a nação.
	quanto maior a educação, maior a qualificação das pessoas. É necessário melhorar o ambiente e qualificar pessoas.
	o padrão de geração de inovação que sustenta os Estados Unidos salva a economia; a base de sustentação da inovação são universidades inovadoras. No Brasil, isso não ocorre; acredita-se que a inovação se dá fora da economia. Isso é uma ideologia que muito atrapalha.
	o planejamento de uma agência de inovação deve incluir em que medida apoiar: algo de *catch-up*, porque já existe indústria brasileira, e ajuda a criar mais valor, combinar competências onde mais avançou, apostar nas vantagens para melhoria da balança de pagamentos; tecnologia para geração de renda; atuar na oportunidade; sustentar na função produção; e perseguir a fronteira.

Nota: * FNDCT - Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CAPÍTULO 9: CONCLUSÕES

9 CONCLUSÕES

Como exposto, as questões examinadas por esta pesquisa são as seguintes:

- Quais são as condições que determinam uma inovação radical?
- Os países em desenvolvimento estão fadados ao fracasso, em termos de desenvolvimento de potenciais inovações radicais?
- A mudança de base de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis apresenta potencial para inovação radical?

Os estudos presentes na literatura sobre inovação, tradicionalmente, tratam a inovação radical por uma perspectiva positivista, descrevendo tal inovação como o resultado de uma estratégia competitiva de uma empresa ou país e como o fator que altera um padrão estabelecido.

O exame de um processo de inovação radical pela perspectiva estruturalista fundada em valores de coesão, adotada nesta pesquisa, permite inferir que tal descrição não é verificada. As inovações radicais são resultantes de uma alteração de uma conformação de um modo de produção e de um modo institucional, em uma efetuação simultânea.

Isto é sugerido pela realidade do modo de produção da sociedade atual, que parece não ser um modo de produção capitalista, nas suas tradicionais modalidades – industrial, comercial, ou financeiro – mas um novo modo de produção com características feudais. Tal modo de produção suporta e é suportado por um monopólio de conhecimento e inovações, que é manifestação de acordos tácitos e explícitos entre lideranças de governos nacionais e empresas transnacionais, resultantes de processo de alianças estratégicas sucessivas entre milhares de empresas. Este monopólio estabelece e sustenta a integridade de um paradigma.

Assim, uma organização nacional individualmente não dispõe de autonomia para desenvolver inovações radicais e alterar um paradigma, uma vez que tais inovações não são diretamente dependentes da presença ou ausência de capacidades tecnológicas, competências para inovar, aprendizagem, P&D deliberado, relações com outras instituições, disponibilidade de recursos financeiros, e nem estritamente de políticas governamentais, mas determinadas no âmbito de uma configuração sistêmica, que é dada por virtualidades.

O exame de processos de inovação radical pela perspectiva estruturalista fundada em valores de coesão, conforme proposto nesta pesquisa, indica, assim, a necessidade de conhecer e compreender as virtualidades - o regramento das vontades coletivas, interesses individuais, leis econômicas, tecnologias, quadros políticos, etc. -, que sustentam uma determinada conformação sistêmica como um campo unificado, e que são dadas antes do sistema ser reconhecido enquanto tal. Essas relações e conformações de forças econômicas, sociais e políticas, existentes entre empresas e países podem inibir ou induzir processos de inovações radicais, na medida em que determinam o monopólio de conhecimentos e inovação que sustenta um paradigma, como já mencionado.

O modelo concebido nesta pesquisa para exame de inovações radicais, com suas três dimensões analíticas interdependentes e complementares - ciranda das relações, força de coesão e degraus de transmissão -, considera tal natureza sistêmica gestáltica de um processo de inovação radical. Dessa forma, tenta capturar aqueles fatores que se expressam virtualmente em um processo de inovação radical, mantendo o sistema aglutinado.

O modelo concebido pode ser considerado válido não apenas em termos de capacidade analítica para avaliar um processo de inovação radical, mas para avaliar o potencial para inovação radical inserido na mudança de base de matérias-primas na indústria química brasileira, de fósseis para renováveis, caso de estudo desta pesquisa, desenvolvido com objetivo de ilustrar a aplicação do modelo proposto.

A análise dos resultados da pesquisa de campo integrante do estudo de caso revela que o potencial para inovação radical se traduz por aquelas virtualidades mencionadas. Demonstra ainda, a insuficiência de concertação manifestada nas políticas, estratégias e ações das diferentes organizações que integram os sistemas empresarial, governamental, financeiro, de ciência e tecnologia e de mídia, em prol do desenvolvimento de inovações potencialmente radicais, como a utilização de fontes renováveis como matérias-primas na indústria química brasileira, que em última análise, poderiam contribuir para a soberania tecnológica do país.

No entanto, diferentes declarações dos executivos entrevistados que integraram a pesquisa de campo qualitativa, junto a organizações dos sistemas empresarial, governamental, financeiro, de ciência e tecnologia e de mídia, apontam a possibilidade de vencer os embargos a uma construção para inovação radical no Brasil, inclusive via renováveis como insumos químicos. Foi possível inferir que, um poder de classe composto por algumas empresas nacionais e organizações governamentais, constituir-se-ia em um dos agentes para liderar tal mudança de paradigma.

Analisando uma inovação radical por esse “olhar antropológico”, *i.e.*, sendo a inovação tratada sob o conjunto das determinações estruturais, é possível esboçar compreensão sobre a ausência do Brasil e de outros países em desenvolvimento, nas tradicionais listas de inovações radicais. No Brasil, mesmo com uma economia internacionalizada, as empresas estão buscando o emparelhamento tecnológico e construindo capacidades tecnológicas para tal, e não tentando construir sua própria fronteira tecnológica. As políticas e ações governamentais de Ciência, Tecnologia & Inovação - C,T&I, igualmente, não vêm se mostrando eficazes para induzir inovações radicais, dado que buscam colocar o país na posição de primeiro seguidor, competindo com a China. Tanto as organizações de ciência e tecnologia públicas quanto as privadas ainda perseguem apenas o êxito individual - enquanto instituições individualizadas e não o êxito coletivo - enquanto instituições integrantes de um todo coletivo, como uma nação.

Contudo, inovações radicais são resultantes de um arranjo temporário de sistemas institucionais e estruturas sociais - dentre eles, um dado *cluster* de inovações. Nesse

sentido, há espaço, por exemplo, para que o Brasil possa se posicionar com suas próprias fronteiras tecnológicas, constituindo um poder de classe de âmbito internacional capaz de remodelar as relações de poder existentes entre empresas e outras nações, induzindo, assim, um processo de desenvolvimento de inovações radicais.

Especificamente no que concerne à mudança de fontes de matérias-primas fósseis para renováveis na indústria química brasileira, a leitura das declarações literais dos entrevistados, conforme apresentado no Quadro 24 - "Facilitadores/Inibidores da mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química, incluído no Apêndice D, indica fatores que favorecem e que inibem o potencial para inovação radical embutido nessa mudança. São fatores que podem facilitar a mudança de fósseis para renováveis: a conscientização sobre o uso de renováveis como condição de soberania; o caráter “glocal” dos investimentos em renováveis; a geografia brasileira; a disposição para “trabalhar para o país”; as capacidades acumuladas no uso de etanol; a sustentabilidade como palavra de ordem; a compreensão sobre o “jogo de interesses”; e a presença na mídia do tema renováveis. São fatores que podem inibir a mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química brasileira: a falta de concertação nas políticas e estratégias; a busca de posição como primeiro seguidor; a dependência tecnológica das empresas transnacionais; a falta de análise crítica dos enunciados tecnológicos; renováveis ser tema prioritário como combustível e não como insumo químico; a desatenção com o potencial para inovações radicais nas estratégias e políticas; a busca de êxitos individualizados; e a mídia dependente.

Nesse sentido, esta pesquisa contribui para destacar que as condições que determinam um processo de inovação radical (*i.e.*, aquela associada a uma mudança de paradigma, no sentido adotado por Thomas Kuhn) extrapolam a capacidade de uma organização de acumular conhecimento e capacidades tecnológicas e de traduzi-los em fontes de vantagem competitiva, no contexto ou não de um sistema de inovação, conforme considerado na literatura sobre inovação.

Para promover um processo de inovação radical, torna-se imprescindível compreender os princípios intrínsecos, estáticos e dinâmicos, que mantêm um sistema institucional aglutinado - no todo, nos sistemas, nos elementos e nas relações entre eles -, o que

ultrapassa o exame das dimensões tecnológicas, mercadológicas e sociológicas tradicionalmente analisadas.

Os estudos que mostram a complexidade e amplitude de um processo de inovação radical, ou seja, que tratam uma inovação radical na perspectiva de um processo econômico e social, como aqueles de Carlota Perez, destacam conjuntos de inovações tecnológicas se entranhando e se difundindo muito além dos limites de suas indústrias de origem, instituindo um novo senso comum na esfera produtiva e um novo estilo de vida pelo lado do consumo. Contudo, esses estudos não se aprofundarem na compreensão da fator que mantém um paradigma coeso como tal.

Esta pesquisa não pretende deslegitimar os estudos apresentados pela literatura sobre inovação, que realçam a dimensão econômica da inovação radical, bem como examinam tais processos no âmbito de uma perspectiva positivista, tomando a inovação radical como o agente determinante de uma mudança de paradigma. Tais estudos são bem fundamentados e contribuem para a compreensão dos processos de inovação, principalmente no nível da organização.

Esta pesquisa é um estudo exploratório, que pretende examinar o desenvolvimento de uma inovação radical como um processo social, mediante uma abordagem estruturalista fundamentada em valores de coesão, e portanto, é um dos primeiros a propor um modelo analítico que destaca o gestaltismo de coesão, ou seja, a dimensão estrutural na perspectiva das Ciências Sociais/Humanas, para compreender e explicar um processo de inovação radical, complementando os estudos existentes, embora seja cada vez maior a quantidade de pesquisadores dedicados especificamente ao tema inovação radical.

A conceituação de inovação radical e o modelo analítico propostos por esta pesquisa, fundados na abordagem estruturalista baseada em valores de coesão, possibilitam revigorar o debate sobre o papel de políticas e estratégias de empresas e governos na complexa dinâmica de um processo de inovação radical.

Assim, esta pesquisa abre novo espaço teórico para estudo de uma inovação radical, no âmbito do qual dados empíricos obtidos junto a organizações atuantes na indústria química podem ser interpretados.

Além disso, os resultados da pesquisa permitem o desenvolvimento de trabalhos futuros sobre o macroambiente no qual um processo de inovação radical se desenvolve, tanto em países em desenvolvimento quanto em países desenvolvidos, dadas as limitações da pesquisa.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERNATHY, W. J.; UTTERBACK J. M. Patterns of industrial innovation. In**:** BURGELMAN, R., CHRISTENSEN, C.M., WHEELWRIGHT (orgs.). **Strategic management of technology and innovation,** 4th. Ed., New York : McGraw-Hill/Irwin, 2003, Part 2, Reading II-2, p.202-208.

ABHIPEC - Associação Brasileira da Indústria de Higiene, Perfumaria e Cosméticos. **II Caderno de Tendências**, ano 2, n. 2. São Paulo : ABHIPEC/ABDI/SEBRAE, 2011. 67p.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. **A indústria química**. Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>. Acessos em: 30 jun. 2010 e 9 mai. 2011

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. **Encontro Anual da Indústria Química, 2010a**. Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/enaiq2010>. Acesso em: 20 dez. 2010.

ACHILLADELIS, B.; SCHWARZKOPF, A.; CINES, M. The dynamics of technological innovation: the case of the chemical industry. **Research Policy***,* v. 19, n.1, p. 1-34, 1990.

ALMEIDA, E. F.; BOMTEMPO, J. V.; SOUZA E SILVA, C. M. **The performance of Brazilian biofuels: an cconomic, environmental and social analysis**. Paris: OECD, International Transport Forum, Joint Transport Research Centre, December/2007, 91p. (Discussion Paper No. 2007-5).

ALVES F. ,BOMTEMPO J. V., COUTINHO, P. L. A. Competências para inovar na petroquímica brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v.4, n. 2, p. 301-327, jul./dez. 2005

ALVES, F. C.; BOMTEMPO, J. V. Como distinguir firmas inovadoras e não-inovadoras? Uma abordagem a partir aa noção de competências para inovar. In: XXXV Encontro Nacional de Economia, 2007, Recife. **Anais Eletrônicos**...Recife, 2007. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A061.pdf. Acesso em: 2 out. 2008.

AMARA, N. et al. Radical innovations in traditional manufacturing industries. In**: Druid Summer Conference 2004 on Industrial Dynamics, Innovation and Development**, Helsinger, Dinamarca, 2004. Disponível em: <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=2359&cf=16>. Acesso em: 31 mar. 2006.

ANDERSEN et al. Editorial. **Research Policy** v. 31, n. 2, p. 185–190, fev. 2002.

ANTUNES, A. M. de S. **Notas de Aula** da **Disciplina Gestão Tecnológica em Processos Químicos e Bioquímicos,** Programa de Pós Graduação em Processos Químicos e Bioquímicos, Área de Gestão e Inovação Tecnológica, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

ARENDT, Hannah. **Sobre a violência**. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 2009, 168p.

ARORA, A., LANDAU, R.; ROSENBERG, N (orgs). **Chemicals and long-term economic growth: insights from the chemical industry**. New York : John Wiley & Sons,1998

ARRIGHI, G. **A ilusão do desenvolvimento**. Petrópolis: Vozes, 1998. 371p.

BAETAS, R. B. G.; BOMTEMPO, J. V.; QUENTAL, C. Modelo para análise estratégica de indústrias baseadas em ciência. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 44, n.4, ano 2004, p. 80-91, out./dez. 2004.

BAETAS, Rosiceli Barreto Gonçalves. **Modelo para análise estratégia de indústrias baseadas em ciência: o caso da indústria brasileira de vacinas para uso humano.** 2004, 247f. Tese (Doutorado em Processos Químicos e Bioquímicos - Gestão e Inovação Tecnológica) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

BALA SUBRAHMANYA, M. H. Pattern of technological innovations in small enterprises: a comparative perspective of Banglore (India) and Northeast England (UK). **Technovation,** v. 25, n. 3, p. 269-280, 2005.

BARNEY, Jay. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, Thousand Oaks, v. 17, n. 4.4, p. 99-120, mar./1991.

BARNEY, Jay; WRIGHT, Mike; KETCHEN, David J., The resource-based view of the firm: Ten years after 1991 **Journal of Management***,* Thousand Oaks, v. 27, n. 6, p. 625-641, dez**.**/2001.

BASTIDE, R. Introdução o estudo do termo “estrutura”. In: BASTIDE. R (Coord.) **Usos e sentidos do termo “estrutura”**. São Paulo: Herder, 1971, p. 1-11.

BASTOS, V. D. Desafios da petroquímica brasileira no cenário global. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 321-358, mar. 2009.

BASTOS, V. D., COSTA, L. M. da, FAVERET, L. G. M. de S. C. Desempenho recente da balança comercial e os limites ao crescimento da indústria química. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 397-432, set. 2010

BATISTA, William José. **As estratégias da pergunta**. Rio de Janeiro : Bennett, 2002, 207p.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries**. Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, p.157-210, 1993.

BENNETT, S. J. **The socio-technical dynamics of chemical feedstock transitions:** The case of renewable raw materials in the UK, 2009, 323p. Tese. Imperial College London, Centre for Environmental Policy, London, 2009.

BENNETT, S. J.; PEARSON, P. J. G. From petrochemical complexes to biorefineries? The past and prospective co-evolution of liquid fuels and chemicals production in the UK. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 87, n. 9, p. 1120–1139, set./2009.

BENVENISTE, E. Estrutura em Lingüística. In: BASTIDE. R (Coord.) **Usos e sentidos do termo "estrutura"**. São Paulo: Herder, 1971, p. 23-31.

BERGEK, A.; HEKKERT, M.; JACOBSSON, S. Function systems: a framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-buikding activities by eentrepreneurs and policymakers. In: T.J. FOXON, T.J; KÖHLER, J.; OUGHTON, C. (orgs.). **Innovation for a Low Carbon Economy**. Cheltenham (UK): Edward Elgar, Cap. 4, p. 79-111, 2008.

BERS, J. A.; DISMUKES, J. P. **What is accelerated innovation?** In: International Workshop on Accelerated Radical Innovation March 10-12, 2005, University of Toledo, Toledo, OH. Disponível em: < http://ari-institute.com/_pdfs/WhatIsAcceleratedRadicalInnovation.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2005.

BIO-BASED CHEMICALS EAST SUMMIT, September 13-15, 2010, Boston, MA. Disponível em: <http://www.infocastinc.com/index.php/conference/biobasedeast>. Acesso em: 20 dez. 2010.

BIODIESEL.BR. Disponível em: < http://www.biodieselbr.com>. Acesso em: 13 de set. 2010.

BOMTEMPO, José Vitor. **Biofuels as an innovation process**. In: Seminário Internacional da Rede Monder, Crise Econômica e Política Energética: Quais as Margens de Manobra? Rio de Janeiro, 17 - 20 de maio de 2009.

BOMTEMPO, José Vitor. **O futuro dos biocombustíveis II: por que a indústria de biocombustíveis do futuro será diferente da que conhecemos hoje?**. Blog Infopetro. Disponível em: < http://infopetro.wordpress.com/2010/05/10/o-futuro-dos-biocombustiveis-ii-por-que-a-industria-de-biocombustiveis-do-futuro-sera-diferente-da-que-conhecemos-hoje/>. Acesso em: 21 dez. 2010a.

BOMTEMPO, José Vitor. **O futuro dos biocombustíveis III: o processo de inovação que está construindo a indústria do futuro**. Blog Infopetro. Disponível em <http://infopetro.wordpress.com/2010/07/12/o-futuro-dos-biocombustiveis-iii-o-processo-de-inovacao-que-esta-construindo-a-industria-do-futuro >. Acesso em: 21 dez. 2010b.

BOMTEMPO, José Vitor. **O futuro dos biocombustíveis IV: a posição brasileira**. Blog Infopetro. Disponível em: <http://infopetro.wordpress.com/2010/09/06/o-futuro-dos-biocombustiveis-iv-arenas-competitivas-distintas-estrategias-competitivas-distintas/>. Acesso em: 21 dez. 2010c.

BOMTEMPO, José Vitor. **O futuro dos biocombustiveis VIII: os contrastes das estratégias das grandes empresas de petróleo e o futuro da bioeconomia**. Disponível em: <http://infopetro.wordpress.com/2011/07/04/o-futuro-dos-biocombustiveis-viii-os-contrastes-das-estrategias-das-grandes-empresas-de-petroleo-e-o-futuro-da-bioeconomia/#more-2145. Acesso em: 30 jul. 2011.

BONOMA, T. V. Case Research in Marketing: Opportunities, Problems, and Process. **Journal of Marketing Research**, Birmingham, AL, v.22, n. 2, p. 199-208, mai/1985.

BOONE, L. E., KURTZ, D. L. **Marketing Contemporâneo.** Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1998, 564p.

BOYD, H. W., WESTFALL, R., STASCH, S. F. **Marketing research**: text and cases. Illinois: Richard D. Irwin, 1977. 692p.

BRASKEM S.A. Disponível em: <www.braskem.com.br>. Acesso em: 20 dez. 2010.

BUSH, Vannevar. **Science, the Endless Frontier**: a report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development. 1945. Disponível em: <http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>. Acesso em: 20 dez. 2008.

CALLON, M; LASCOUMES, P; BARTHE, Y. **Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique,** Paris: Éditions du Seuil, 2001. 362p.

CANIËLS, Marjolein C.J. , VAN EIJCK, Janske, ROMIJN, Henny A. **Development of new supply chains: Insights from Strategic Niche Management** Eindhoven Centre for Innovation Studies, The Netherlands (Working Paper 07.01), fev 2007 . 16 p.

CANIËLS, Marjolein C.J., ROMIJN, Henny A. Supply chain development: insights from strategic niche management. **The Learning Organization**, v. 15, n. 4. p.336-353, 2008

CARLSSON, Bo. On and off the beaten path: The evolution of four technological systems in Sweden. **International Journal of Industrial Organization,** v. 15, n. 6, p. 775-799, out./97.

CARLSSON, B. ; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, Berlin, v. 1, n. 2, p. 93-118, jun./1991**.**

CARLSSON, B. et. al. Innovation systems: analytical and methodological issues. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 233–245, fev./ 2002.

CASTIAUX, Annick. Radical Innovation in established organizations: being a knowledge predator. **Journal of Engineering and Technology Management**, Oxford, v. 24, n.1-2, p. 36-52, mar./jun. 2007.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Química verde no Brasil, 2010-2020**. Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 438p.

CGEE/NIPE- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos/Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Estratégico (NIPE) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). **Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil**, Brasília,2009. Disponível em: http://www.cgee.org.br/publicacoes/bioetanol2_2009.php. Acesso em: 26 nov./2010.
CHANDLER, A. D. Strategy and structure: chapters in the history of the American industrial enterprise**. Cambridge, MA : MIT Press, 1969. 480 p.**

CHANDLER, A. D. **The visible hand: the managerial revolution in American business.** Cambridge, MA : Belknap Press of Harvard University Press, 1993. 624 p.

CHANDLER, A. D. JR; MAZLISH, B. Introduction. In: CHANDLER, A. D. JR; MAZLISH, B. (Eds) **Leviathans. Multinational corporations and the new global history**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007, p. 1-18.

CHANDY, R. K; PRABHU, J. C; ANTIA, K. D. What will future bring? dominance, technology expectations, and radical innovation. **Journal of Marketing,** v**.** 67, n. 3, p. 1-18, 2003.

CHEN, Kan. International perspectives on technology assessment. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 13, n. 3, p. 213-233, abr./1979.

CHERUBINI, F. The biorefinery concept: using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. **Energy Conversion and Management**, Kidlington, UK: v**.** 51, n. 7, p. 1412–1421, jul./2010

CHRISTENSEN, C. M.. Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: components technologies, **Production and Operation Management**, v.1, n.4, p. 334-357, 1992

CHRISTENSEN, C. M. Exploring the limits of the technology S-curve. Part II: architectural technologies. In: Burgelman, R. A, Christensen, C. M.; Wheelwright, S. C. (orgs.) **Strategic management of technology and innovation**, 4th. Ed ., New York: McGraw-Hill/Irwin; 2003, Part 2, Reading II-3B, p. 227-233.

CHRISTENSEN, C. M. **The innovator´s dilemma**: when new technologies cause great firms to fail. Boston : Boston Business School Press, 1997, 225p.

CHRISTENSEN, C. M.; BOWER, J. L. Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms, **Strategic Management Journal**, Chicago: v.17, n.3, p. 197-218, mar./1996.

CLARKE, R. **Soft technology**: **blueprint for a research community**. London: Jonathan Cape, 1976.

COHEN, W.M; Daniel; LEVINTHAL D. A. Innovation and Learning: The Two Faces of R & D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, set./1989.

CORIAT, B.; WEINSTEIN, O. Organizations, firms and institutions in thegeneration of innovation. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, n. 2, p. 273–290, fev./2002.

D'ÁVILA, S. G. **A indústria petroquímica brasileira**. 2002. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em: 21 dez. 2010.

DAHLIN, K; BEHRENS, D. When is an invention really radical? defining and measuring technological radicalness. **Research Policy**, v. 34, n. 5, p. 717-737, 2005.

DAHLMAN, C.J.; FRISCHTAK, C. National system supporting technical advance in industry: the Brazilian experience. In: NELSON, R., (ed.), **National innovation system: a comparative analysis**, Oxford : Oxford University Press, 1993, p. 414–450.

DAVIDOW, W. H. **Marketing de alta tecnologia**: uma visão de dentro. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 215p.

DENZIN, N. K. **Sociological methods: a source book**, 2nd Ed. New York : Mc Graw-Hill, 1978. 434p.

DIAS, R.; DAGNINO, R. **Sessenta anos do relatório science: the endless frontier.** Disponível em: <http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias_ESOCITEPDF/2BRS026.pdf> Acesso em: 21 jan. 2009.

DICKSON, D. **The politics of alternative technology**. New York: Universe Books. 1974. 224p.

DILTHEY, W. **The formation of historical world in Human Sciences**. Tradução de Rudolf A. Markkreel e Frithjof Rodi. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 2002, 399p.

DILTHEY, W. **Teoria das concepções do mundo**. Lisboa : Edições 70. 1992, 162p.

DIMAGGIO, P. J. & POWELL, W. W. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. **American Sociological Review**, v. 48, n. 2, p. 147-160, 1983.

DOSI et. al. Industrial structures and dynamics: evidence, interpretation and puzzles. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v.6, n. 1, p.3-24, nov. 1997.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds.). **Technical change and economic Theory.** London : Pinter Publishers, 1988.

DOURADO**,** A. B. F. Aspectos sócio-econômicos da expansão e decadência das ferrovias no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 5, p. 733-736; 1984.

DREIFUSS, R. A. “Corporações estratégicas e Estados nacionais: os protagonistas do grande jogo. In: MINEIRO, A. S; ELIAS, L. A; BENJAMIN, C. (orgs.) **Visões da crise**. Rio de Janeiro : Contraponto, 1998, p. 25-31.

DREIFUSS, R. A. **A internacional capitalista**. Rio de Janeiro : Espaço e Tempo, 1987, 395p.

DREIFUSS, R. A. **Transformações: matrizes do Século XX**. Petrópolis : Vozes, 2004, 678p.

DREJER, Ina. Identifying innovation in surveys of services: a Schumpeterian perspective. **Research Policy,** v.33, n. 3, p. 551–562, abr./2004.

DUNHAM, F. B. **Co-Evolução da mudança tecnológica e institucional em sistemas de inovação: análise histórica da indústria de álcool combustível no Brasil.** 2009. 407f. Tese (Doutorado em Processos Químicos e Bioquímicos - Gestão e Inovação Tecnológica) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

DUTRÉNIT, G. Building technological capabilities in different theoretical traditions". In: **Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities**, Cap. 2, Cheltenham: Edward Elgar, p. 9-33., 2000.

DUTRÉNIT, G. Building technological capabilities in latecomer firms: a review essay" **Science, Technology & Society**, v. 9, n. 2, 2004

EDQUIST, C. (Ed) **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. London: Pinter,1997. 446p.

EHRNBERG, E., On the definition and measurement of technological discontinuities. **Technovation**, v.15, n.7, p. 437-452, 1995.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **The Academy of Management Review**, v.14, n.4, p. 532-550, out./1989.

EXAME MELHORES E MAIORES, 2010. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/negocios/melhores-e-maiores>. Acesso em: 20 mai. 2011

FAGERBERG, J; VERSPAGEN, B. Innovation studies -The emerging structure of a new scientific field. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 218-233, mar./2009.

FERRARI, M. M. **A expansão do sistema rodoviário e o declínio das ferrovias no Estado de São Paulo**. 1981. Tese (Doutorado em História, Departamento de História da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

FIGUEIREDO, P. N. **Aprendizagem tecnológica e performance competitiva**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003a. 290p.

FIGUEIREDO, P. N. Does technological learning pay off? Inter-Firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement, **Research Policy**, v. 31, n.1, p. 73-94, 2002.

FIGUEIREDO, P. N. Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. **Industrial and Corporate Change**, v.12, n.3, p. 607-643, 2003b.

FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v.3, n 2, p. 323-361, 2004.

FIGUEIREDO, P. N. Technological capability-accumulation paths and the underlying learning processes: a review of empirical studies, **Journal of International Business Studies**, 26 p, mai./2001.

FOUCAULT, M. **Arqueologia do saber.** Petrópolis : Editora Vozes, 1972. 255p.

FOUCAULT, M. **As palavras e as coisas**, Martins Fontes, São Paulo, 1990. 407p .

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder.** Rio de Janeiro : Graal, 1979. 269p.

FOUCAULT, M. , **Arqueologia das ciências e história dos sistemas de pensamento**. Col. Ditos & Escritos II, Sobre a Arqueologia das Ciências: Resposta ao Círculo de Epistemologia, A Vida: a Experiência e a Ciência, 2ª. Ed.,,Rio de Janeiro : Forense Universitária, 2005.

FOXON, T; KÖHLER, J.; NEUHOFF, K. Innovation in energy systems: learning from economic, institutional and management approaches. In: FOXON, T.J.; KÖHLER, J; OUGHTON, C. (Eds**). Innovation for a low carbon economy – economic, institutional and management approaches**. Cheltenham – UK: Edward Elgar, cap. 1, 2008, p. 1-14.

FRANÇOIS, J-P et. al. Décrire les compétences pour l'innovation: une proposition d'enquête. In: FORAY, D; MAIRESSE, J. (Orgs), **Innovations et performances, approches interdisciplinaires**. Paris: Éditions EHESS. 1999.

FREEMAN, C.. **A Schumpeterian renaissance?**", SUSSEX : University of Sussex/SPRU – Science and Technology Policy Research, 2003, 23 p. (SPRU Electronic Working Paper Series, 102)

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

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics***,* v.19, n. 1, p. 5-25, 1995.

FREEMAN, C., PEREZ, C. Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. In: Dosi et al. (eds) **Technical change and economic theory**. London: Frances Pinter, 1988, pp. 38-61.

FURTADO, C. Há risco de uma ingovernabilidade crescente. In: MINEIRO, A. S; ELIAS, L. A; BENJAMIN, C. (orgs.) **Visões da crise**. Rio de Janeiro : Contraponto, 1988, p. 11-23.

GALHARDO, J. B.; BACCARIN, J. G. Comportamento dos preços do etanol e do açúcar ao produtor no Estado de São Paulo entre 2003 e 2009. **Ciência & Tecnologia**: FATEC-JB, Jaboticabal, v.1, 2010. Suplemento.

GARCIA, R; CALANTONE, R. A. Critical outlook at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. **Journal of Product Innovation Management**, v. 10, n. 2, p. 110-132, 2002.

GEELS, Frank W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, v. 31, n. 8-9, p. 1257–1274, dez./2002.

GEELS, F. W. Towards sociotechnical scenarios and reflexive anticipation: using patterns and regularities in technology dynamics. In: SØRENSEN, K. H; WILLIAMS, R. (Eds), **Shaping technology, guiding policy***:* concepts, spaces and tools, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2002a. p. 359-385.

GENUS, A. Rethinking constructive technology assessment as democratic, reflective, discourse. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 73, n. 1, p. 13–26, 2006.

GHEMAWAT, P. **Strategy and the Business Landscape**. Addison Wesley, 1999.

GODIN, B. **Globalizing STI Indicators:How Statisticians Responded to the Political Agenda on Globalization.** Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2004. 25p. (Working Paper, 27).

GODIN, B. In the shadow of Schumpeter: W. Ruppert Maclaurin and the study of technological innovation**. Minerva**, v. 46, n. 3, p. 343-360, 2008.

GODIN, B. **Innovation: the history of a category**. Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2008a, (Working Paper, 1)

GODIN, B. **La Science sous Observation - Cent Ans de Mesure sur les scientifiques 1906-2006.** Les Presses de l´Université de Laval, Québec, 2005, 81p.

GODIN, B. National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. **Science, Technology, and Human Values**, v. 34, n. 4, p. 476-501, 2009.

GODIN, B. **Pour une sociologie de la statistique sur la science et l'innovation**. Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur la STI, 2004a, 16p. (Note de Recherche, 26).

GODIN, B. Research and Development: how the “D” got into R&D**. Science and Public Policy**, v. 33, n.1, p. 59-76, 2006.

GODIN, B. **Rethorical numbers**: how OECD constructs discourses on S&T. Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2002 (Working Paper,19).

GODIN, B. Technological gaps: quantitative evidence and qualitative arguments**.** ***Technology in Society***, v. 24, n. 4, p. 387-413, 2002a.

GODIN, B. **The information economy: the history of a concept through its measurement, 1949-2005.** Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2008b, 85p. (Working Paper, 38).

GODIN, B. **The knowledge economy: Fritz Machlup’s construction of a synthetic concept**. Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2008c. 33p. (Working Paper, 33).

GODIN, B. The linear model of innovation: the historical construction of an analytical framework. **Science, Technology, and Human Values**, v. 31, n. 6, p. 639-667, Nov./2006a.

GODIN, B. **The making of statistical standards: the OECD and the Frascati Manual, 1962-2002**. Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2008d. 55p. (Working Paper, 39).

GODIN, B. The new economy: what the concept owes to the OECD. **Research Policy**, v. 33, n. 5, p. 679-690. 2004b.

GODIN, B. **What is science? Defining science by the numbers**, **1920-2000.** Québec: Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Project on the History and Sociology of STI Statistics, 2007. 59p. (Working Paper, 35).

GODOE, H. The role of innovation regimes and policy for creating radical innovations: comparing some aspects of fuel cells and hydrogen technology development with the development of internet and GSM. **Bulletin of Science, Technology & Society,** v. 26, n. 4, p. 328-338, ago/2006.

GOLDEMBERG, J.; GUARDABASSI, P. **The potential of first generation ethanol production from sugarcane**. Biofuels, Bioproducts & Biorefinig, v.4, p. 17-24, 2010.

GURVITCH, G., As "Estruturas" em sociologia. In: BASTIDE, R. (Coord.) **Usos e sentidos do termo "estrutura"**. São Paulo: Herder, 1971, p. 109-124.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo Futuro**. Rio de Jameiro : Campus, 1995, 377p.

HANG, C. C; CHEN, J. **Disruptive innovation: an appropriate innovation approach for developing countries**. Singapore: National University of Singapore, ETM Internal Report 1/2008.

HERRERA, A. O. The generation of technologies in rural areas. **World Development**, v. 9, n. 1, p. 21-35, 1981.

HERRMANN, A; GASSMANN, O; EISERT, U. An empirical study of the antecedents for radical product innovations and capabilities for transformation. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 24, n. 1-2, p. 92-120, mar./jun. 2007.

HERRMANN, A; TOMCZAK, T; BEFURT, R. Determinants of radical product innovations. **European Journal of Innovation Management***,* v. 9, n. 1, p. 20-43, 2006.

HOEGL, M; PARBOTEEAH, K. P. Creativity in innovative projects: how teamwork matters. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 24, n. 1-2, p. 148–166, 2007.

HOMMELS, A; PETERS, P; BJIKER, W. E. Techno therapy or nurtured niches? Technology studies and the evaluation of radical innovations. **Research Policy**, v. 36, n. 7, p. 1088-1099, 2007.

HORTA NOGUEIRA, L. A. **Sugarcane based ethanol: energy for sustainable development**. CGEE/BNDES (Coord.) Rio de Janeiro : BNDES, 2008. 304p.

HUDSON, M. **Global fracture***:* the new international economic order*.* 2nd ed. London: Pluto Press, 2005. HUDSON, Michael. **Global Fracture: The New International Economic Order**. New York : Harper and Row, 1977, 320p.

HUDSON, M. **Super Imperialism - The Economic Strategy of American Empire,** London : Pluto Press, 2003, 425p

IAE - International Energy Agency. Disponível em: <http://www.ieabioenergy.com/Index.aspx.>. Acesso em: 24 ago. 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa CNAE**. Disponível em: <http://www.cnae.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 dez. 2010.

ICIS. **Chemical industry predictions for 2011**, 2011. Disponível em <http://www.icis.com/Articles/2011/01/03/9421512/chemical-industry-predictions-for-2011.html>. Acesso em: 17 jan. 2011.

IOOTY, M. Notas de aula da **Disciplina Economia da Empresa Química**, Programa de Pós-Graduação de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Área de Gestão e Inovação Tecnológica, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006

JARDIM ANDRADE, R. Compreensão e explicação nas ciências do espírito: a epistemologia de Wilhelm Dilthey. In: Hühne, L. M. **Filosofia e Ciência**. Rio de Janeiro : Uapê, p. 77-112, 2008.

JARDIM ANDRADE, R. **Estruturalismo e hermenêutica: convergência ou divergência?** Apostila. Rio de Janeiro : Departamento de Filosofia, Instituto de Filosofia e Ciências Sociais - IFCS, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 2008. 24p.

JARDIM ANDRADE, R. **Le strucutralisme et la question du sujet**: la formation du champ sémiologique. Lille : ANPT, 2000. 640p.

JARDIM ANDRADE, R. J. Saussure e a Filosofia. In: ENCONTRO NCAIONAL DE FILOSOFIA, 5, 1992, Diamantina. **Anais...** ANPOF, 1994, p. 203-212.

JUNKUNC, M. T. Managing radical innovation: the importance of specialized knowledge in the biotech revolution. **Journal of Business Venturing**, v. 22, n. 3, p. 388-411, 2007.

KAMM, B. Principles of biorefineries. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 64, n.2, p. 137-145, 2004.

KATZ, J. M. **Importación de Tecnologia, Aprendizage y Industrialización Dependiente**. México: Fondo de Cultura Economica, 1976. 224p.

KEMP, R. P. M; RIP, A; SCHOT, J. W. Constructing transition paths through the management of niches. In: GARUD, R; KARNOE, P. (Eds) **Path dependence and creation**. London: Lawrence Erlbaum, 2001. p. 269-299.

KIM, Linsu. Crisis Construction and Organisational Learning: Capability Building in Catching-Up at Hyundai Motor, **Organization Science**, v. 9, p. 506-521, 1998.

KLINE S. J; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R; ROSENBERG, N. (Eds) **The positive sum strategy***:* harnessing technology for economic growth*.* Washington: National Academy Press, 1986. p. 275-304.

KOSTOFF, R. N. Systematic acceleration of radical discovery and innovation in science and technology. **Technological Forecasting & Social Change***,* v. 73, n. 8, p. 923–936, 2006.

KOTLER, P. **Marketing management:** analysis, planning and control. 2nd Ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1972, 885 p

KOTLER, P., ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing.** Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1999, 527p.

KOTLER, P., BLOOM, P. N. **Marketing de serviços profissionais**. São Paulo: Atlas, 1990, 357p.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo : Perspectiva, 2003, 260 pp.

KUHN, Thomas. **O caminho desde A estrutura**. São Paulo : Unesp, 2003a, p. 1-45; 155-216.

LALL, Sanjaya. Technological capabilities and industrialization. **World Development,** v.20, n.2, p. 165-185, 1992.

LANDAU, R. ; ARORA, A. The chemical industry: from the 1850s until toda. Business Economics, v. 34, n. 4, out./1999. Disponível em: <http://findarticles.com/p/articles/mi_m1094/is_4_34/ai_56973853/?tag=content;col1>. Acesso em: 21 dez. 2010.

LATOUR, B. **PROTEE PROcédures dans les Transports d'Evaluation et de suivi des innovations considerées comme des Expérimentations collectives**. Final Report for Publication, 2000. Disponível em http://www.bruno-latour.fr/livres/rapport_2000.html#2b. Acesso em 08.06.2009.

LEE, K; LIM, C. Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. **Research Policy**, v. 30, n.3 p. 459–483, mar./2001

LEBFEVRE, H. O conceito de estrutura em Marx. BASTIDE, R. Introdução o estudo do termo "estrutura". In: BASTIDE. R (Coord.) **Usos e sentidos do termo "estrutura"**. São Paulo: Herder, 1971, p. 101-107

LEIFER, R. et al., **How mature companies can outsmart upstarts**, Boston: Harvard Business School Press , 2000.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber**. criando e sustentando as fontes de inovação. Trad. de Heloísa Beatriz Santos Rocha e Tereza Christina Vicente Vianna. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998. 368 p.

LEONARD-BARTON, Dorothy. Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development**, Strategic Management Journal**, West Sussex, v. 13, n. S1, p. 111-125, Summer/1992,

LEONEL, F. **Relação etanol/gasolina é a maior desde 2003 em SP**. Agencia Estado, 02 de fevereiro de 2010. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/not_3490.htm>. Acesso em: 3 fev. 2010.

LETTL, C. User involvement competence for radical innovation. **Journal of Engineering and Technology Management**, Oxford, v. 24, n.1-2, p. 53-75, mar./jun. 2007.

LÉVI-STRAUSS, C. **Anthropologie structurale**. Paris : Plon, 1974. 479p.

LEVITAS, E.; NDOFOR, H. A. What to Do With the Resource-Based View: A Few Suggestions for What Ails the RBV That Supporters and Opponents Might Accept. **Journal of Management Inquiry**, Thousand Oaks, v 15, n. 2, p. 135-144, jun./2006,

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. Emergence of a triple helix of university-industry-government relations. **Science and Public Policy**, n. 23, p. 279-286. 1996.

LICHTENHALER, Eckhard. Managing technology intelligence process in situations of radical technology change. **Technological Forecasting & Social Change**, Oxford, v. 74, n. 8, p. 1109-1136, out./2007.

LINNARSSON, H.; WERR, A. Overcoming the innovation-alliance paradox: a case study of an explorative alliance. **European Journal of Innovation Management**, Bingley, v.7, n. 1, p. 45-55, 2004.

LOCKETT, A.; O'SHEA, R. P.; WRIGHT, Mike. The Development of the Resource-based View: Reflections from Birger Wernerfelt 1. **Organization Studies**; n. v.29, n. 8-9; p. 1125-1141, ago./2008

LOVINS, A. B., LOVINS, L. H. E HAWKEN, P. A roadmap for natural capitalism. **Harvard Business Review**, mai-jun/1999, p.145-158.

LUNDVALL, B-Å. (Ed.) **National systems of innovation***:* towards a theory of innovation and interactive learnin*g*. London: Pinter. 1995. 342p.

LUNDVALL, Bengt-Åke; JOHNSON, Björn; ANDERSEN, Esben Sloth; DALUM, Bent. National systems of production, innovation and competence building. **Research Policy** . v. 31, n. 2, p. 213–231, fev./2002

MACHADO-SILVA, C. L.;FONSECA, V. S.; CRUBELLATE, J. M. Estrutura, agência e interpretação: elementos para uma abordagem recursiva do processo de

institucionalização. **Revista de Administração Contemporânea,** v.9, 1ª. Edição Especial, p.9-39, 2005.

MACLAURIN, W. R. **Invention and Innovation in the radio industry**. New York : Macmillan, 1949, 304p.

MACLAURIN, W. R. The Process of Technological Innovation: The Launching of a New Scientific Industry. **The American Economic Review**, v. 40, n. 1, p. 90 - 112, mar. 1950.

MACLAURIN, W. R.. Technological Progress in Some American Industries. **The American Economic Review**, Nashville, v. 44, n. 2, p. 178 - 189, mai. 1954.

MACLAURIN, W. R. . The Sequence from Invention to Innovation and its Relation to Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 67, n. 1, p. 97 - 111, fev. 1953.

MALERBA, F. Sectorial systems of innovation and production. **Research Policy***,* v. 31, n. 2, p. 247-264, fev./2002

MALERBA, Franco, ORSENIGO, Luigi. Knowledge, Innovative Activities and Industrial Evolution. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 9, n. 2, p.289-314, jun./2000

MALERBA, Franco, ORSENIGO, Luigi. The Dynamics and Evolution of Industries. **Industrial and Corporate Change**, v.5, n. 1, p.289-314, nov./1996

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, n. 1, p. 83-118, 1997

MALERBA, Franco. **Sectorial Systems and Innovation and Technology Policy** – Workshop: Tendências e Fronteiras do desenvolvimento: Inovação e Políticas Tecnológicas, Rio de Janeiro, setembro/2002a, 43p.

MARIN, A.; NAVAS-ALEMAN, L.; PEREZ, C. The possible dynamic role of natural resource-based networks in Latin American development strategies. Prepared for the CEPAL-SEGIB Project, July 2009. Disponível em: <www.carlotaperez.org> Acesso em: Dezembro/10

MARX, K. **Para a crítica da economia política**. Trad. José Arthur Giannotti e Edgar Malagodi. São Paulo : Abril Cultural (Coleção Os Pensadores, v. XXXV). p. 107-138, 1974

MARX, K., ENGELS, F. **A ideologia alemã**. Trad. José Carlos Bruni e Marco Aurélio Nogueira. São Paulo : Grijalbo, 1977, pp. 11-14 e 125-128.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing (edição compacta). São Paulo: Atlas. 1996. 270p.

MAZLICH, B; MORSS, E. R. A global elite? In: CHANDLER, A. D. JR; MAZLISH, B. (Eds) **Leviathans. Multinational Corporations and the New Global History** Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 167-188.

MCDERMOTT, C. M; O´CONNOR, G. C. Managing radical innovation: an overview of emergent strategy issues. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 19, n. 6, p. 424-438, 2002.

MCLAUGHLIN, P; BESSANT, J; SMART, P. **Developing an organizational culture that facilitates radical innovation in a mature small to medium sized company: emergent findings**. Cranfield: Cranfield School of Management*,* Working Paper SWP-04/2005.

MERKERK, R. O VAN; SMITS, R. E. H. M. Tailoring CTA for emerging technologies **Technological Forecasting & Social Change***,* v. 75, n. 3, p. 312–333, 2008.

MERLYN, P; VÄLIKANGAS, L. Toxic process challenged at the Strategos “Innovation Academy”. **Strategy & Leadership**, v. 30, n. 4, p. 29-32, 2002.

MÉSZÁROS, I. **A teoria da alienação em Marx**. Trad. Isa Tavares. São Paulo : Boitempo Editorial, 2006, p. 17-28.

MEYER, J. W.; ROWAN, B. Institutionalized organizations: formal structure as myth and ceremony. **American Journal of Sociology**, v. 83, n. 2, p. 340-363, 1977.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A.M. Qualitative Data Analysis. Thousand Oaks, Calif.: Sage, 338p.

MORSS, E. R. The new global players: how they compete and collaborate. **World Development**, v. 19, n. 1, p. 55-64, 1991.

MURMANN, J. P. **Knowledge and competitive advantage***:* the coevolution of firms, technology, and national institutions. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 294p.

NELSON, R. **Technology, Institutions, and Economic Growth**. Cambridge,MA and London: Harvard University Press, 2005.

NELSON, R. **The sources of economic growth**. Cambridge e London: Harvard University Press, 1996. 328p.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas : Editora Unicamp, 2005. 632p.

NIJSSEN, E; HILLEBRAND, B; VERMEULEN, P. Unraveling willingness to canibalize: a closer look at the barrier to radical innovation. **Technovation**, v. 25, n. 12, p. 1400-1409, 2005.

NONAKA, I; TAKEUCHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa, Rio de Janeiro :** Campus,1997, cap.1,3,4.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company**. New York : Oxford University Press, 1995, 284p.

OECD. **Guidelines for collecting and interpreting innovation data***:* Oslo manual. Paris: OECD, Statistical Office of the European Communities, 2005.

OLLINAHO, O. I. Industrial change, problem legitimation and ethanol: illustration from Brazil and the US. In: 33rd IAEE CONFERENCE, RIO DE JANEIRO THE FUTURE OF ENERGY: GLOBAL CHALLENGES, DIVERSE SOLUTIONS, 2010 , Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, Hotel Intercontinental, 2010.

ORLIKOWSKIV, W. J. The sociomateriality of organisational life: considering technology in management research. **Cambridge Journal of Economics Advance**, v. 34, n. 1, p. 125-141, 2010.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Natural capitalism: creating the next industrial revolution.** Back Bay Books; 2008). 416 .

PAULA, D. A. **Fim de linha**. A extinção de ramais da Estrada de Ferro Leopoldina, 1955-1974. Niterói, 2000. 344 p. Tese (Doutorado em História) - Departamento de História, Universidade Federal Fluminense, 2000

PAVITT, K. Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, dez./1984

PENROSE, E. **The theory of growth of the firm**. 3rd ed. Oxford; New York: Oxford University Press, 1995. 272p.

PEREZ, C. Ciclo Virtuoso ou Vicioso? **Época Negócios**, ano 4, n. 34, p.58-64, Mai/2010.

PEREZ, C. **Great Surges Of Development And Alternative Forms Of Globalization**. Cambridge, Sussex, Tallinn**:** Universities of Cambridge and Sussex, U.K. and Technological University of Tallinn, Estonia, January 2007 (Working paper). Disponível em: <http:///www.carlotaperez.org>. Acesso em: 14 jul. 2008.

PEREZ, C. **ICT and green: a paradigm shift to a sustainable, globalised world**. In: CONNECTED URBAN DEVELOPMENT, 1st GLOBAL CONFERENCE, 20th-21st February 2008, San Francisco, Day 2, February 21st 2008. Disponível em: <http://www.carlotaperez.org/>. Acesso em: Janeiro/2010.

PEREZ, C. Las Nuevas Tecnologías: Una Visión de Conjunto", in C. Ominami ed., **La Tercera Revolucion Industrial: Impactos Internacionales del Actual Viraje Tecnologico**, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1986, p. 44-89.

PEREZ, C. **Making the most of the new paradigm: shaping the opportunity space for innovation after the crisis**. In: FORUM THE SPIRIT OF INNOVATION IV, Marseille, October 2010a. Disponível em: < http://innovation.univ-littoral.fr/wp-content/uploads/2010/10/perez-spirit-of-innovation-iv-marseille-def.pdf>. Acesso em: Dezembro/2010.

PEREZ, C. New Technologies and Development, In: Freeman and Lundvall (eds). **Small Countries facing The Technological Revolution**, Francis Pinter, London, UK, p. 85-97,1986a.

PEREZ, C. Technological change and opportunities for development as a moving target **Cepal Review**, n. 75, Dez./2001, p.109-130.

PEREZ, C. Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based production development strategy, **Cepal Review**, n. 100, Abr../2010b, p.121-141.

PEREZ, C. **Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages** Edward Elgar, Cheltenham, U.K., 2005. 198p.

PEREZ, C. Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. In: Reinert, Erik (Ed) **Globalization, Economic Development and Inequality: An alternative Perspective**, Edward Elgar, Cheltenham, UK, p. 217-242, 2004.

PINCH, T. J; BIJKER, W. E. The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. **Social Studies of Science**, v.14, n. 3, p. 399-441, 1984.

POPADIUK, S.; CHOO, C. W. Innovation and knowledge creation: How are these concepts related? **International Journal of Information Management**, Oxford v. 26, n. 4, p. 302 - 312, ago./2006.

PORTER, M. E. **Competitive advantage**. New York : Free Press, 1985. 557p.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**. Rio de Janeiro : Campus, 1986. 362p.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro : Campus, 1993, 897p.

POSSAS, M. L. Concorrência Schumpeteriana. In: KUPFER, David.; HASENCLEVER, Lia. **Economia industrial:** fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro : Editora Campus, 2002, Cap. 17, p.419

POWELL, W.W., & DIMAGGIO, P. J. (Eds.). **The new institutionalism in organizational analysis**. Chicago: University of Chicago Press. 1991. 486p.

PRIEM, Richard L.; BUTLER, John E. Tautology in the resource-based view and the implications of externally determined resource value: further comments. **Academy of Management Review**, New York, v. 26, n. 1, p.22-40, 2001.

RAVEN, R. P. J. M. **Strategic niche management for biomass***:* a comparative study on the experimental introduction of bioenergy technologies in The Netherlands and Denmark. 2005. 321 p. Tese de doutorado. Eindhoven Centre for Innovation Studies, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2005.

RICHARDSON, L. Qualitative writing. In: Denzin, N K. e Lincoln, Y.S (Eds.) Sage **Handbook of qualitative research**. 3nd Ed., Cap 38, Part 1, p. 959-987 Thousand Oaks: Sage, 2005

ROBESON, D.; O´CONNOR, G. The governance of innovation centers in large established companies. **Journal of Engineering and Technology Management**, Oxford, v. 24, n.1-2, p. 121-147, mar./jun. 2007.

ROBSON, C. **Real world research**. Oxford, UK : Whiley-Blackwell, 2002. 599p.

ROCHA, A., CHRISTENSEN C. **Marketing:** teoria e prática no Brasil. São Paulo : Atlas, 1994, 350p.

RODI, F. O conceito de estrutura em Dilthey, trad. Maria Nazaré de Camargo P. Amaral. Revista USP, v. 17, n.2, jun./jul./ago./1989, p. 117-124.

RODRIGUES, R, A. Produção de eteno a partir de etanol. In: RALDENES, E.(coord) Souza, A. A. (Ed.) **Alcoolquímica**. Brasília: Conselho Nacional dopetróleo, p.17-48, 1980

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa preta***:* tecnologia e economia. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. 430p.

ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. Cambridge : Cambridge University Press, 1976, 362p.

ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. **International Marketing Review**, Bradford, v. 11, n. 1, pp. 7-31, 1994

RUTTAN ,V. W. Induced innovation, evolutionary theory and path dependence: sources of technical change. **The Economic Journal**, v. 107, n. 444, pp. 1520-1529, set./1997.

SALOMO, S.; GEMÜNDEN, H. G., LEIFER, R. Research on corporate radical innovation systems - a dynamic capabilities perspective: an introduction. **Journal of Engineering and Technology Management**, Oxford, v. 24, n.1-2, p. 1 - 10, mar./jun. 2007.

SANDBERG, B. Customer-related proactiveness in the radical innovation process. **European Journal of Innovation Management**, Bingley, v.10, n. 2, p. 252-267, 2007.

SANTOS, M. A grande crise já se instalou. In: MINEIRO, A. S; ELIAS, L. A; BENJAMIN, C. (orgs.) **Visões da crise**. Rio de Janeiro : Contraponto, 1998, p. 89-100.

SCHLEIERMACHER, F. D. E. **Hermenêutica** – arte e técnica da interpretação. Tradução de Celso Reni Braida. Bragança Paulista : EDUSF, 2003, p.1-64.

SCHOT, J; HOOGMA, R; ELZEN, B. Strategies for shifting technological systems, **Futures**, v. 26, n. 10, p. 1060-1076, 1994.

SCHOT, J.; RIP, A. Past and future of constructive technology assessment. **Technological Forecasting and Social Change**, New YorK, n. 54, p. 251-268, 1996.

SCHUMACHER, E. F. **Small is beautiful***:* economics as if people mattered. New York: Harper Perenial, 1989. 347p.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, socialism and democracy**. New York : Harper Perennial, 1976, Parte II, Cap. 7, p. 81-86.

SCOTT, J. **Social network analysis***.* Newbury Park CA: Sage, 1992.

SHELDON, R. A. Why green chemical and sustainability of resources are essential to our future. **Journal of Environment Monitoring**, v. 10, n. 4, p. 406-407, 2008.

SHEN, L.; HAUFE, J.; PATEL, M. K. **Product overview and market projection of emerging bio-based plastics** PRO-BIP 2009 Final report June 2009 Group Science, Technology and Society (STS) Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation Utrecht University, 243 p.

SIRESP - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE RESINA PLÁSTICA. **Boletim Informativo do Siresp**, n. 504, 13 dez. 2010. Disponível em: <http://www.siresp.org.br/leia/Leia%20504.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2011

SKLAIR, L. **The Transnational capitalist class**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2001.

SMALING, A. Inductive, analogical, and communicative generalization. **International Journal of Qualitative Methods**. v. *2*, n. 1, 2003. Disponível em: <http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/2_1/html/smaling.html>. Acesso em: 21 de set. 2010.

SONG, M.; BENEDETTO, A. Di. Supplier´s involvement and success of radical new product development in new ventures. **Journal of Operations Management**, East Lansing, v. 26, n. 1, p. 1-22, jan./2008.

SONGSTAD, D. D. et. al. Historical perspective of biofuels: learning from the past to rediscover the future. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant** , v. 45, n. 3, p. 189-192, jul./2009.

SPITZ, P.H. **Petrochemicals: the rise of an industry**. New York : John Wiley & Sons. 1988. 624p.

STOKES, R. G. **Opting for oil. The political economy of technical change in the West German chemical industry, 1945-1961.** Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 273p.

STRINGER, R. How to manage radical innovation, **California Management Review**, v. 42, n. 4, p. 70-88, 2000.

SZWARC, A. Bioethanol: production, use & trade. In: 33rd IAEE CONFERENCE RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, 2010.

TALKE, K. Corporate mindset of innovating firms: Influences on new product performance. **Journal of Engineering and Technology Management**, Oxford, v. 24, n.1-2, p. 76-91, mar./jun. 2007.

TEECE, D. J. **Essays in Technology Management and Policy**. Singapore: World Scientific, 2003. 528p.

TEECE, D. J. Strategies for Capturing the Financial Benefits from Technological Innovation. In: Rosenberg, N.; landau, R.; Mowery eds. **Technology and the Wealthy of Nations**. Palo Alto : Stanford University Press, 1992, cap. 7, p. 175-205.

TEECE, D. J. et al. Understanding corporate coherence: theory and evidence. **Journal of Economic Behaviour and Organization**, v. 3, n. 2, p.1-30, jan./1994.

TEECE, D. J. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**. Amsterdam, v.15, n. 6, p. 285-305, dez./1986

TEECE, David J. Reflections on “Profiting from innovation". **Research Policy,** v. 35, n. 8, p. 1131 - 1146, out./2006.

TEECE, D.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, West Sussex, v. 18, n. 7, p. 509-533, ago./1997.

TERZIOVSKI, M. Achieving performance excellence through an integrated strategy of radical innovation and continuous improvement. **Measuring Business Excellence**, Bingley, v. 6, n. 2, p. 5-14, 2002.

TIDD, J; BESSANT, J; e PAVITT, K. Paths: exploiting technological trajectories?. In: Tidd, J; Bessant, J; e Pavitt, K. **Managing Innovation: integrating technological, market and organizational change**. John Wiley & Sons: Chichester, cap. 5, p.105-110, 1997.

TIDD, J; BESSANT, J; PAVITT, K. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. 3rd ed. West Sussex: Wiley, 2005.

TRAN, T. A.; DAIM, T. A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 75, n.9, p. 1396–1405, nov./2008.

TUSHMAN, M. L.; O´REILLEY, C. A. III , Ambidextrous organizations: managing evolutionary and revolutionary change, **California Management Review,** v.28, n.4, p. 8-30, 1996.

UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em: 21 dez. 2010.

UTTERBACK, J.; ABERNATHY, W. J. A dynamic model of process and product innovation**. Omega**, The International Journal of Management Science, v. 3, n. 6, Oxford, p. 424-441, 1975.

UTTERBACK, J. M. "Inovação e evolução industrial","inovação em produtos não-montados" "diferenças entre as inovações de produtos montados e não-montados" In: UTTERBACK, J. M. **Dominando a dinâmica da inovação**, Caps. 4, 5 e 6, Qualitymark, 1994.

VAN DE POEL, Ibo The transformation of technological regimes. **Research Policy**, v. 32, n. 1, p. 49–68, jan./2003.

VON HIPPEL, E. **Democratizing innovation**: users take center stage. Boston : MIT Press, 2005, 204p.

VON HIPPEL, E. **The Sources of innovation**. New York : Oxford University Press, 1988, 218p.

VUOLA, O; HAMERI, A. Mutually benefiting joint innovation process between industry and big-science. **Technovation***,* v. 26, n. 1, p. 3-12, 2006.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social network analysis**: methods and applications. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 1994. 825 p

WEBER, B; WEBER, C. Corporate venture capital as a means of radical innovation: relational fit, social capital and knowledge transfer. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 24, n. 1-2, p. 11–35, 2007.

WEF - WORLD ECONOMIC FORUM. Disponível em: <http://www.weforum.org>. Acesso em 27 dez. 2010.

WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm, **Strategic Management Journal***,* West Sussex, v. 5, n. 2, p. 171-180, abr./jun./1984.

WILLOUGHBY, K. W. **Technology choice: A critique of the appropriate technology movement.** Boulder, CO: Westview Press, 1990.

YAGI, K. Schumpeter and the concept of social evolution: role of innovations and inventions. In: International Workshop "Marshall, Schumpeter, and Social Science", 2007, Sano Shoin. **Anais Eletrônicos…** Sano Shoin : Hitotsubashi University, 2007. Disponível em: <http://www.lib.hit-u.ac.jp/service/tenji/amjas/workshop.html>. Acesso em: 10 jan. 2009

YIN, R. K. **Case study research. Design and methods**. (Revised Ed.) Newbury, CA: Sage, 1989, ┼ 166p.

ZUCKER, L. G., Institutional theories of organization. **Annual Review of Sociology**, v. 13, p. 443-464, 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A - MODELOS ANALÍTICOS DOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO REFERENCIADOS COMO FUNDADORES

Os conceitos e os modelos analíticos dos processos de inovação propostos por estudiosos do tema, freqüentemente referenciados como fundadores de outros estudos apresentados no âmbito da literatura sobre inovação, alicerçadas nas abordagens apresentadas no Capítulo 2, Seção 2.2, de forma combinada ou isolada[114], confirmam o tratamento dado à organização inovadora como o principal agente que determina uma inovação incremental ou radical, bem como, a ênfase na dimensão econômica para avaliar a inovação.

O Quadro 22 apresentado a seguir sumaria tais conceitos e modelos analíticos fundadores, mostrando o objetivo do modelo, o modelo resumido, as conclusões e algumas observações, dadas a hipótese e as premissas desta pesquisa.

Cabe lembrar, que o foco desta pesquisa é a inovação radical, ou seja, aquela que resulta da transformação da conformação de um modo de produção e de um modo institucional, em efetuação simultânea. Nesse sentido, qualquer categorização de uma inovação como "inovação tecnológica" (e seus desdobramentos "industriais" - produto, processo, organizacional, etc.) ou "inovação em serviços" não se torna relevante, na medida em que, a inovação radical traz em si uma inter-relação entre sistemas, conforme detalhado no Capítulo 5, anterior.

[114] Fagerberg e Verspagen (2009), em pesquisa que aponta os autores mais influentes na Economia da Inovação, com base em levantamento da quantidade de citações na literatura especializada em Gestão da Inovação, confirmam a presença da maior parte dos estudos sumariados no Quadro 22, a seguir.

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores

autor	objetivo do estudo	modelo analítico	conclusões	observações
Tushman e O'Reilley III, (1996)	compreender o comportamento das organizações diante de processos de mudanças tecnológicas incrementais e radicais	a organização ambidestra análise das estratégias competitivas adotadas pelas empresas, bem como as relações entre estratégia, estrutura, cultura organizacional, capacidades e resultados, de forma a compreender empresas lidaram com a "síndrome" do sucesso seguido do fracasso.	organizações evoluem em períodos relativamente longos de mudança incremental, pontuados por descontinuidades decorrentes de mudanças na tecnologia, na concorrência, nos aspectos regulatórios, ou de alterações significativas nas condições econômicas e políticas. a sustentação de posição de vantagem competitiva no longo prazo requer que as empresas sejam capazes de implementar simultaneamente mudanças incrementais ou evolucionárias e radicais ou revolucionárias, fundamentadas pela análise das relações entre estratégia, estrutura,cultura, pessoas, capacidades e resultados e nesse sentido, se tornarem uma organização ambidestra. a gerência de uma organização ambidestra requer pessoas capazes de reforçar habilidades, tais como autonomia, trabalho em equipe, iniciativa, *accountability* e propensão para a inovação	tem como base, empresas industriais, em países desenvolvidos

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Abernathy e Utterback (2003) Utterback (1994) e Utterback e Abernathy (1975)	analisar o processo de inovação de uma empresa ao longo de sua trajetória de crescimento e maturidade no mercado, por meio da compreensão das relações mútuas entre inovação, estratégia competitiva, estrutura organizacional e estágio de desenvolvimento do processo e do produto.	o projeto dominante. modelo integrado e dinâmico: análise das taxas interdependentes de inovação de produto e processo ao longo do tempo em função de transformações importantes nas características do produto, do processo, da concorrência e da organização: produto - de uma grande variedade para um projeto dominante, para inovações incrementais em produtos padronizados; processo - baseados em mão-de-obra especializada e equipamentos de uso genérico, para equipamentos especializados operados por mão-de-obra não qualificada; concorrência – de mercado fragmentado e instável com vários produtos originais e únicos e rápido *feedback,* para oligopólio, com empresas com produtos não diferenciados (*commodities*); organização - de empresa empreendedora orgânica para hierárquica mecanística, com tarefas e procedimentos definidos e poucas recompensas para inovações radicais.	mudanças no produto, processo e estrutura organizacional seguem padrões observáveis taxas de inovação de produto e de processo são decorrentes das características do produto, do processo, organizacionais, dos recursos de produção, da posição no ciclo de vida, do ambiente competitivo e da estratégia competitiva adotada pela empresa. o desenvolvimento de uma inovação bem-sucedida pressupõe a seleção, a adoção e a difusão pelo mercado (concorrentes e inovadores) de uma determinada alternativa tecnológica dentre numerosas alternativas – “projeto dominante” (“inovações de produto”). com o estabelecimento do “projeto dominante”, os concorrentes buscam inovações para tornar processos de produção mais eficientes, e a seguir, otimizações nesses processos.Nessa fase, as “inovações de produto” são cada vez mais raras e predomina uma estrutura produtiva estável. A indústria se configura como madura, concentrada, tendendo a um oligopólio. A partir de então, novas inovações passam a ter origem em agentes exteriores à estrutura produtiva estabelecida (geralmente “inovações radicais”), que levam ao aparecimento de uma nova classe de produtos, ou de uma nova indústria..	não explica inovações em todas as indústrias e em países de diferentes contextos de industrialização. trata empresas “no agregado”, classificadas setorialmente e pelo lado da oferta não considera a unicidade da estratégia competitiva de uma empresa não leva em conta a diversidade das inter-relações institucionais na formação de capacidades tecnológicas, tais como as atividades de troca de informações, habilidades e tecnologia visando o estabelecimento de elos com outras organizações, instituições tecnológicas, consultores, entre outros, que alimentam, por exemplo, o conhecimento tácito, este último, um dos elementos essenciais dos processos de inovação baseados na aprendizagem. uma inovação bem-sucedida não é necessariamente resultante da emergência de um “projeto dominante”, e que somente pode ser identificado *ex post*. o estabelecimento de uma alternativa tecnológica no âmbito de uma indústria depende também de fatores externos aos processos internos de inovação das empresas que constituem a indústria.

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Kline e Rosenberg (1986)	análise do processo de inovação, tendo como premissa que o processo de inovação é um processo holístico ou sistêmico, não linear, complexo, inerentemente incerto, sujeito a restrições tecnológicas e mercadológicas que ocorrem simultaneamente, e cujos resultados são de difícil mensuração.	Modelo Interativo/Iterativo (*The Chain Linked Model*) cinco trajetórias de atividades principais no processo de inovação, inter-relacionadas mediante fluxos de informação e de cooperação:1.cadeia central de inovação - atividades de determinação do mercado potencial, invenção e/ou projeto analítico, projeto de detalhamento e teste, redesenho e produção, distribuição e comercialização; 2. f*eedbacks*; 3. conhecimento de ciências pré-existentes e pesquisa de novas ciências; 4. inovações radicais baseadas na nova ciência; 5. feedback do produto da inovação para a ciência.	inovação é resultado de processos complexos, entrelaçados e simultâneos e, por natureza, incertos. importância da atividade de planejamento e gestão. importância da comunicação, do fluxo de informações e da cooperação no processo de inovação que podem construir conhecimento tácito e migratório. o aprimoramento de um produto ou processo de produção pode contribuir até mais para o progresso tecnológico do que um desenvolvimento inicial.	não leva em conta toda a diversidade das inter-relações institucionais na formação de capacidades (atividades de troca de informações, habilidades e tecnologia visando estabelecimento de elos com outras organizações, instituições tecnológicas, consultores, etc.), enfatizando apenas fornecedores e clientes e as relações internas à empresa. processo de inovação analisado parece ser mais característico de empresas industriais e menos de empresas de serviços, ao tratar de inovações direcionadas para novos produtos e processos.

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Christensen (1992,1997, 2003) Christensen e Bower (1996)	analisar a dinâmica tecnológica no nível da indústria	a curva S de tecnologia, o dilema do inovador e o desaparecimento de empresas inovadoras curva S de tecnologia: ordenada expressa o desempenho do produto e a abscissa o tempo, e o ponto de inflexão é o ponto em que a tecnologia se torna vulnerável e sofre ameaça de nova tecnologia substituta. a proximidade de um ponto de inflexão apresenta o dilema, investir em inovações incrementais na tecnologia em uso, investir em novas tecnologias, decidir por ambas.	empresas estabelecidas e líderes tendem mais a investir em inovações incrementais do que em radicais no caso de produtos complexos, já que é muito difícil prever quando a tecnologia alcança seu "limite técnico de esgotamento". a curva S tecnológica usada para descrever e apenas para indicar e não para prever a dinâmica tecnológica de uma indústria proximidade da inflexão indicou que as empresas não têm tendência a desfrutar das vantagens de ser o primeiro a mudar (*first mover*), ou seja, a adotar uma estratégia pré-emptiva o escopo de uma mudança tecnológica estratégica é delineado pelos interesses de agentes externos, no caso consumidores, que fornecem os recursos que a empresa necessita para sobreviver, mas também que os gerentes têm poder de decisão para a alocação de recursos novos entrantes somente obtêm sucesso nas inovações "de ruptura", enquanto que as empresas estabelecidas nas "sustentadoras"	fundado em grandes empresas de países desenvolvidos adota modelo linear de inovação: começa com a pesquisa básica, segue com a pesquisa aplicada, projeto de produto e desenvolvimento de produto e termina com extensiva engenharia de processo. curva S tecnológica não considera a possibilidade de extensão do ciclo de vida do produto em outro mercado geográfico limitações para prever a mudança tecnológica em uma indústria, na medida em que a substituição ou não de uma tecnologia por outra envolve a análise de diversos fatores além da "eficiência" da nova tecnologia, que não estão expressos em tal instrumento, tais como consumidores atuais e potenciais, custo, disponibilidade de insumos, capacidades, impacto na estrutura organizacional da empresa, impacto no meio ambiente, aspectos regulatórios, estratégia competitiva das empresas, estratégias de marketing, políticas governamentais e inter-relações entre empresas e nações

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Teece (1986, 1994, 2006)	apresentar estratégias para entrada de uma empresa (novo entrante ou estabelecida) em novos mercados, mediante a oferta de produtos novos e resultantes de processos de inovação	**os ativos complementares e as estratégias de entrada em novos mercados** modelo analítico - avaliação de: 1. condições de obtenção de benefícios financeiros no mercado alvo, expressos pela eficácia dos mecanismos de proteção da propriedade intelectual e pela natureza da tecnologia em termos da facilidade de codificação do conhecimento envolvido; 2. posição no ciclo do desenvolvimento do novo produto no mercado-alvo (fases fluida, transitória e específica, conforme Abernathy e Utterback); 3. necessidade de ativos complementares, como forma de aumentar o produto; e 4. dilema (*trade-off*) integração – terceirização, para acessar ativos complementares.	inovação como resultado da interação entre forças tecnológicas e mercadológicas um produto deve ser concebido como "uma totalidade daquilo que um comprador adquire" importância das inter-relações institucionais necessárias ao sucesso de uma inovação, bem como das negociações envolvidas uma única empresa não detém individualmente todo o conhecimento necessário para desenvolver uma inovação bem-sucedida. inovação pode demandar inovações concomitantes ao longo das inter-relações da cadeia de valor - nos fornecedores, nos distribuidores, nos serviços pós-venda importância de melhorias incrementais acumuladas - inovação de produto não se esgota quando um “projeto dominante” emerge	limita as dimensões analíticas a questões de proteção do conhecimento e ao acesso a ativos complementares os ativos complementares correspondem à parte das dimensões que integram um composto de marketing

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Tidd, Bessant e Pavitt (1997)	mostrar que as estratégias tecnológicas de uma empresa (setor, país) dependem de conhecimento (especialmente tácito) e capacidades acumulados internamente na empresa, bem como de paradigmas tecnológicos estabelecidos externamente à empresa,ou seja, trajetórias específicas (*path-dependent)*	as estratégias de entrada em novos mercados avaliação de: 1.trajetórias tecnológicas preponderantes: matriz, tendo nas colunas cinco (5) trajetórias tecnológicas (base em Pavitt) - dominado por fornecedores, intensivo em escala, intensivo em informação, baseado em ciências e fornecedores especializados; e nas linhas a indústria onde a empresa atua, as principais fontes de tecnologia e as principais "atribuições" da estratégia tecnológica; 2. tecnologias revolucionárias, tais como TI (tecnologia da informação), biotecnologia e tecnologia de materiais; 1. desenvolvimento de capacidades tecnológicas específicas (*core competencies*) como modo de identificar e explorar trajetórias tecnológicas, de proteção de concorrentes e de conseqüentemente, criar e sustentar posição de vantagem competitiva	empresas e indústrias diferem enormemente em suas tecnologias subjacentes desafio de lidar com a diversidade para relacionar análise estratégica com mudança tecnológica perigo do excesso de generalização, bem como do excesso de particularização.	ainda atrelado ao excesso de generalização, quando, por exemplo, não considera diferenças nos processos de inovação de empresas em função de seu contexto de atuação econômico, social e político, e nesse sentido, não reconhecem por exemplo, diferenças entre empresas de países desenvolvidos e em desenvolvimento negligencia o papel de especificidades de outras funções e atividades empresariais envolvidas nos processos de inovação, tais como marketing, planejamento, inteligência competitiva, capacidade de negociação, relacionamento com clientes, distribuidores, concorrentes e instituições governamentais. tecnologias revolucionárias, apenas TI, biotecnologia e novos materiais

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

autor	objetivo do estudo	modelo analítico	conclusões	observações
Nonaka e Takeuchi (1995, 1997)	examinar os mecanismos e processos de criação de conhecimento na empresa	**criação do conhecimento** 1.processo de criação do conhecimento organizacional, definido com a conversão do conhecimento tácito em explícito ou codificado e novamente em tácito 2.características da criação do conhecimento relacionadas à transformação do conhecimento tácito em explícito: uso de linguagem simbólica, via metáforas e analogias; determinado por condições organizacionais onde predominam a ambigüidade e a redundância. 3.agentes na criação do conhecimento: interação dinâmica entre diversas pessoas com diferentes funções e atribuições 4.duas dimensões da criação do conhecimento – epistemológica: distinção entre conhecimento tácito e explícito (interconversão determinante da criação do conhecimento); e ontológica: conhecimento somente é criado por indivíduos (intra e interorganização) 5. modos de conversão do conhecimento: socialização –conversão de conhecimento tácito para tácito; externalização – tácito em explícito, combinação – explícito em outro explícito; e internalização –incorporação do explícito em tácito 6. espiral do conhecimento - processo em espiral pelo qual o conhecimento é criado, dada pelos 4 modos de conversão: 1.socialização - desenvolve campo de interação, facilitando compartilhamento de experiências e modelos mentais; 2.externalização -provocada por diálogo ou reflexão coletiva, com uso de metáforas ou analogias;3.combinação- provocada pela colocação do conhecimento recém-criado e do já existente em uma rede, cristalizando em um novo produto, serviço ou sistema gerencial;4. internalização pelo processo do “aprender fazendo”. 7. determinantes na organização de uma inovação bem-sucedida ou condições capacitadoras para criação do conhecimento nos níveis do indivíduo, do grupo, da organização, ou interorganizações: intenção – direciona a espiral do conhecimento; expressa a aspiração da organização às suas metas; autonomia - todos os membros devem agir de forma autônoma, conforme as circunstâncias; flutuação e caos criativo – estimulam interação entre a organização e o ambiente externo pela ruptura de rotinas, hábitos ou estruturas cognitivas; oportunidade de reconsiderar o pensamento e perspectivas em relação ao mundo; redundância – a existência de informações que transcendem as exigências operacionais imediatas, superposição intencional de informações que impulsiona os indivíduos a compartilhar o conhecimento tácito; variedade de requisitos – acesso rápido de todos à mais ampla gama de informações.	criação do conhecimento ocorre de forma contínua e em todos os níveis da organização, por meio de um processo iterativo e interativo infinito e sugerem um modelo analítico universal, que permite avaliar a criação do conhecimento em uma empresa processo de criação de conhecimento de uma empresa bem-sucedida tem como fundamento o conhecimento tácito processo de criação e acumulação de conhecimento, não necessariamente é dependente de uma única trajetória tecnológica	modelo integrado, composto de 5 fases , que incorpora a dimensão tempo, e que utiliza quatro modos de conversão do conhecimento e cinco condições capacitadoras. as cinco fases são: 1. compartilhamento do conhecimento tácito; 2. criação de conceitos, 3. justificação (validação) dos conceitos; 4. construção de um arquétipo; e 5. difusão interna do conhecimento

Quadro 22- Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Leonard-Barton (1992, 1998)	examinar a natureza das capacitações estratégicas de uma empresa, especialmente no que concerne à interação de tais capacitações com projetos de desenvolvimento de novos produtos e processos	as aptidões e as limitações estratégias (*core rigidities*) natureza dos sistemas compostos por competências expressas por qualificações pessoais, por conhecimento incorporado nos sistemas físicos de uma empresa, por sistemas de gestão e por valores, bem como, os determinantes da acumulação de tais aptidões e limitações quatro atividades criam capacitações estratégicas, i. é., que geram capacidades de aprendizado, que geram, controlam e difundem o conhecimento: solução criativa e compartilhada de problemas, implementação e integração de novas técnicas e metodologias, experimentação formal e informal, e incorporação de conhecimentos externos	a capacidade contínua de criação, difusão e incorporação de novo conhecimento (especialmente o tácito) em produtos e processos, ou seja, a construção de capacitações estratégicas (*core capabilities*), é determinante de posição de vantagem competitiva de uma empresa os determinantes da transformação de aptidões estratégicas em limitações estratégicas são os custos de saída de um negócio, a dificuldade de abrir mão de uma posição superior de poder por parte da gerência, e também o enraizamento de rotinas organizacionais no corpo da empresa	visa "solucionar" o paradoxo embutido no conceito de aptidão estratégica, qual seja "toda aptidão estratégica é também uma limitação estratégica", enfatizando o papel da gerência de uma empresa no processo de criação de conhecimento e de aprendizagem tecnológica a abordagem de Leonard-Barton amplia o modelo analítico de Tidd, Bessant e Pavitt, na medida em que incorpora a dimensão humana na análise, que expressa o conhecimento tácito e explícito, a aprendizagem e a gestão do processo. Em decorrência, embute habilidades específicas de outras funções e atividades empresariais, além de P,D&E e produção, envolvidas nos processos de inovação, tais como, gestão, marketing, inteligência competitiva, capacidade de negociação, relacionamento com clientes, distribuidores e instituições governamentais (os ativos complementares de Teece).

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
François *et al.*, (1999) Alves, Bomtempo e Coutinho (2005)	examinar o desenvolvimento de "competências para inovar" em uma empresa (capacitação tecnológica e pelas competências organizacionais e relacionais).	as competências para inovar desdobramento dos produtos e processos em competências técnicas específicas, pela identificação de pontos fracos e fortes para melhoria contínua de tais produtos e processos identificar as aptidões que uma empresa deve dispor *a priori* para desenvolver uma inovação bem-sucedida para a empresa em termos de rentabilidade	importância do conhecimento tácito e migratório para os processos de inovação, assim como das inter-relações das diferentes funções empresarias envolvidas no processo de inovação bem-sucedida indústria petroquímica brasileira não pode ser considerada destituída de competências para inovar, mas tais competências são excessivamente centradas no presente, carecendo das competências necessárias para construir o futuro	reconhecem a importância do conhecimento tácito e migratório para os processos de inovação, assim como das inter-relações das diferentes funções empresarias envolvidas no processo de inovação bem-sucedida competências listadas parecem estar primordialmente relacionadas a um modelo baseado mais na geração de conhecimento do que na aprendizagem, na acumulação de conhecimento e conseqüentemente de capacidades.

Quadro 22 - Modelos analíticos fundadores – cont.

Autor	**objetivo do estudo**	**modelo analítico**	**conclusões**	**observações**
Von Hippel (1988, 2005)	identificar necessidades e soluções para essas necessidades desenvolvidas por *lead users,* visando utiliza-los como fontes de inovação para a empresa *lead users:* usuários que antecipam necessidades, que apresentam necessidades, meses ou anos antes daquelas que serão as tônicas do mercado; esperam obter benefícios significativamente maiores em relação à solução encontrada para suas necessidades; não são clientes da empresa, pertencem a uma categoria mais ampla	***lead-users*** 1.constituição de equipe de trabalho multidisciplinar: pessoas de áreas técnicas e de marketing, liderada por um dos membros, com dedicação integral de 12 a 15 horas semanais ao projeto, para incentivar a criatividade e sustentar importância do projeto perante a empresa. 2.estabelecimento de fundamentos: identificação do mercado alvo e do tipo e nível de inovação pretendida pelos *stakeholders* no âmbito da empresa, visando alcançar credibilidade e comprometimento com o projeto. 3.determinação das tendências: verificação das tendências avançadas junto a especialistas com ampla visão das tecnologias emergentes e aplicações de fronteira no âmbito do segmento-alvo de mercado, visando identificar as mais avançadas, tendo como premissa que *lead users* estão à frente das tendências e, além disso, compreender tais tendências para discuti-las com os *lead users*. 4.identificação e seleção dos *lead users*: identificação e seleção diretamente nos mercados-alvo ou em mercados análogos avançados,*i.e.*, em mercados que experimentam necessidades relacionadas às do mercado-alvo, porém mais extremas ou mais “radicais”, por meio de pesquisa bibliográfica e de campo, junto a pessoas com visão ampla das tecnologias emergentes e das aplicações na fronteira do conhecimento. Para tal, podem ser utilizados artigos especializados, citações em artigos, seminários, reuniões da classe, comunidades, vivências (observação), entrevistas telefônicas e pessoais, *screening*, entre outros instrumentos.	Aprendizagem com os *lead users*: a equipe do projeto promove discussões, *workshops*, desenvolve *kits* ferramentas para facilitar e promover a criação de soluções para as necessidades dos *lead users*, cria e participa de comunidades, como forma de aprender com os *lead users*, construindo e acumulando conhecimento. Desenvolvimento do projeto da inovação: é desenvolvido a partir de *workshops* promovidos pela empresas dos quais participam *lead users*; profissionais das áreas de desenvolvimento de produto, marketing, técnica, P&D, produção, etc, visando unir e "conciliar" idéias criativas com restrições técnicas. Teste do conceito da inovação: o conceito escolhido é testado junto a *lead users*, visando verificar a viabilidade de execução do projeto (a propensão do consumidor a pagar pela inovação), bem como a consistência estratégica do projeto, *i.e.*, a coerência do projeto com a estratégia da empresa ou mesmo a necessidade de modificação da estratégia da empresa, se justificada (consumidores estariam dispostos a pagar pela inovação proposta). Para tal, podem ser realizados*workshops* na empresa. Desenvolvimento da inovação: a decisão por desenvolver a inovação é tomada e o projeto é implementado e a inovação difundida para outros usuários. O fabricante pode também apenas produzir *kits* de ferramentas ou produtos e/ou serviços complementares às inovações desenvolvidas pelos usuários.	Lettl (2007) e Sandberg (2007) mostram que a metodologia “*lead users*” não é adequada para analisar processos de inovação radical

Fonte: elaboração própria, com base nos estudos referidos.

APÊNDICE B - ROTEIROS DE PESQUISA EMPREGADOS NA PESQUISA DE CAMPO INTEGRANTE DO ESTUDO DE CASO.

Roteiro de entrevistas

A. Dados Cadastrais

Empresa:

Endereço:

Composição do Capital
- nacional
- estrangeiro

Principais clientes:

Principais fornecedores:

Principais concorrentes:

participantes da Entrevista: nome - função

B. Conceituação

Inovação

Inovação radical

Inovação incremental

Pesquisa: tem como objetivo entender as condições que determinam uma inovação radical (no sentido kuhniano), como essa que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

C. Estratégia de Inovação

C.1. Embasamento para decisão de investimento em matérias-primas renováveis para a indústria química

Estudos/análises: tipo: setoriais; concorrentes, etc.
Origem: interna, externa, quem:
Outros: quais, características.

C.2. Escolha entre alternativas

C.2.1. Processo:
Descrição, níveis gerenciais envolvidos, autonomia negociações envolvidas: internas, externas.

C.2.2. Critérios de decisão:
Iniciadores, influenciadores, decisores, executores (expressos pelas relações): internos, externos:

C.2.3. Facilitadores/inibidores da autonomia de decisão

Indutores da autonomia: *e. g.*, acionistas, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de indução.

Inibidores da autonomia: *e. g.,* acionistas, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de restrição

C.2.4. A estratégia descrita é a mesma para qualquer processo de inovação? Diferenças, se houver.

C.2.5. Como considera a relação inovação incremental-inovação radical na decisão

C.2.6. Tratamento conferido a inovações fora do paradigma.

C.3. Implementação

C.3.1. processo: características; negociações envolvidas.

C.3.2. Financiamento da implementação
Recursos financeiros: fontes, critérios de escolha das fontes, negociações envolvidas.

C.4. Avaliação e controle
Processo: descrição, critérios e forma de escolha de indicadores, negociações envolvidas.

D. Relações da organização com organizações dos diferentes sistemas

D.1. Sistema empresarial:
- Tipos de relações: objetivos, negociações envolvidas.
- Se estivesse na liderança dessas empresas, como estabeleceria uma política, uma estratégia de inovação, um programa ou uma linha de ação, no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis ? Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.1.1. relações com fornecedores

D.1.2. relações com clientes diretos e indiretos (e.g., consumidores finais) nos diversos segmentos

D.1.3. relações com concorrentes

D.1.4. relações com pares: participação em associações de classe, "Fóruns de competitividade"

D.2. Sistema governamental

D.2.1. Tipos de relações com órgãos do governo federal: e.g., quais ministérios, agências, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.2.2. Se estivesse na liderança de um Ministério de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa de inovação no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outros ministérios, instituições financeiras públicas e privadas, mídia (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.), no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D. 3. Sistema de Ciência e Tecnologia

D.3.1. Tipos de relações com instituições de ciência e tecnologia: e.g., quais instituições, universidades, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.3.2. Se estivesse na liderança de uma Instituição de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa de mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.3.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, outras ICTs, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas, mídia (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.), no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.4. Sistema Financeiro

D.4.1. Tipos de relações com instituições financeiras públicas e privadas: e.g., tipos de instituições, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.4.2. Se estivesse na liderança de uma instituição financeira, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.4.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, instituições governamentais,outras instituições financeiras públicas e privadas, mídia (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.), no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D. 5. Sistema de Mídia

D. 5.1. Tipos de relações com organizações de mídia: e.g., quais jornais, televisões, etc. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.5.2. Se estivesse na liderança de uma empresa de mídia, como estabeleceria uma seção, um programa dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.5.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outras empresas de mídia, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

E. O Brasil não integra as tradicionais listas de inovações radicais. O potencial das empresas nacionais/país para inovações radicais (no sentido kuhniano). O que precisa ser feito, por quem, como, por que?

Roteiro de entrevistas

A. Dados Cadastrais

Instituição:

Endereço:

Federal ( ) Estadual ( ) Municipal ( )

Administração Direta ( ) Administração Indireta ( )

Atividades relacionadas à inovação:

Principais clientes:

Principais concorrentes:

Participantes da Entrevista: nome - função

B. Conceituação

Inovação

Inovação radical

Inovação incremental

Pesquisa: tem como objetivo entender as condições que determinam uma inovação radical (no sentido kuhniano), como essa que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

C. Estratégia de Inovação

C.1. Embasamento para formulação de políticas/programas de inovação

Estudos/análises: tipo: setoriais; concorrentes, etc.
Origem: interna, externa, quem:
Outros: quais, características.

C.2. Escolha entre alternativas

C.2.1. Processo:

Descrição, níveis gerenciais envolvidos, autonomia nas negociações envolvidas: internas, externas.

C.2.2. Critérios de decisão:

Iniciadores, influenciadores, decisores, executores (expresso pelas relações): internos, externos:

C.2.3. Facilitadores/inibidores da autonomia de decisão

Indutores da autonomia: *e. g.*, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de indução.

Inibidores da autonomia: *e. g.*, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de restrição

C.2.4. Avalia relação inovação incremental-inovação radical na decisão

C.2.5. Tratamento conferido a inovações fora do paradigma.

C.3. Implementação

C.3.1. processo: características; negociações envolvidas.

C.3.2. Financiamento da implementação

Recursos financeiros: fonte, critérios de escolha da fonte, negociações envolvidas.

C.4. Avaliação e controle

Processo: descrição, critérios e forma de escolha de indicadores, negociações envolvidas.

D. Relações da organização com organizações dos diferentes sistemas

D.1. Sistema governamental

D.1.1. Tipos de relações com outros órgãos do governo federal: e.g., quais ministérios, agências, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D. 2. Sistema de Ciência e Tecnologia

D.2.1.Tipos de relações com instituições de ciência e tecnologia: e.g., quais instituições, universidades, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.2.2. Se estivesse na liderança de uma ICT, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa ou uma linha de ação, no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis ? Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2.3. Que tipo de relação estabeleceria com governo, empresas, outras ICTs, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no que concerne ao tema mudança de matérias primas petroquímicas para renováveis?

D.3. Sistema empresarial:

D.3.1. Tipos de relações com empresas (nacionais, estrangeiras, porte, etc.), com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.3.2. Se estivesse na liderança de uma empresa, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa ou uma linha de ação, no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.3.3. Que tipo de relação estabeleceria com ICTs, outras empresas, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.4. Sistema Financeiro

D.4.1.Tipos de relações com instituições financeiras públicas e privadas: e.g., quais instituições, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.4.2. Se estivesse na liderança de uma instituição financeira, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa ou uma linha de ação, no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis ? Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.4.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, instituições governamentais, outras instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D. 5. Sistema de Mídia

D.5.1.Tipos de relações com organizações de mídia: e.g., quais jornais, televisões, etc. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.5.2. Se estivesse na liderança de uma empresa de mídia, como estabeleceria uma seção, um programa ou uma linha de ação, no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.5.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outras empresas de mídia, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema inovação e inovação radical?

E. O Brasil não integra as tradicionais listas de inovações radicais. O potencial das empresas nacionais/país para inovações radicais (no sentido kuhniano). O que precisa ser feito, por quem, como, por que?

Roteiro de entrevistas

A. Dados Cadastrais

Instituição:

Endereço:

Composição do “Capital Social”

privado
governo

Distribuição das Atividades:

pesquisa básica
pesquisa aplicada
outras (quais)

Principais clientes:

Principais concorrentes:

Participantes da Entrevista: nome - função

B. Conceituação

Inovação

Inovação radical

Inovação incremental

Pesquisa: tem como objetivo entender as condições que determinam uma inovação radical (no sentido kuhniano), como essa que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

C. Estratégia de Inovação

C.1. Embasamento para decisão de desenvolvimento de pesquisa em matérias-primas renováveis para a indústria química

Estudos/análises: tipo: setoriais; concorrentes, etc.
Origem: interna, externa, quem:
Outros: quais, características.

C.2. Escolha entre alternativas

C.2.1. Processo:

Descrição, níveis gerenciais envolvidos, autonomia nas negociações envolvidas: internas, externas.

C.2.2. Critérios de decisão:

Iniciadores, influenciadores, decisores, executores (expresso pelas relações): internos, externos:

C.2.3. Facilitadores/inibidores da autonomia de decisão

Indutores da autonomia: e. g., propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de indução.

Inibidores da autonomia: e,g, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de restrição

C.2.4. Avalia relação inovação incremental-inovação radical na decisão

C.2.5. Tratamento conferido a inovações fora do paradigma.

C.3. Implementação

C.3.1. processo: características; negociações envolvidas.

C.3.2. Financiamento da implementação

Recursos financeiros: fonte, critérios de escolha da fonte, negociações envolvidas.

C.4. Avaliação e controle

Processo: descrição, critérios e forma de escolha de indicadores, negociações envolvidas.

D. Relações da organização com organizações dos diferentes sistemas

D. 1. Sistema de Ciência e Tecnologia

D.1.1. Tipos de relações com outras instituições de ciência e tecnologia: e.g., quais instituições, universidades, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.2. Sistema governamental

D.2.1. Tipos de relações com órgãos do governo federal: e.g., quais ministérios, agências, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne à inovação e à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.2.2. Se estivesse na liderança de um Ministério de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, uma estratégia de inovação, um programa ou uma linha de ação, no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2.3. Que tipo de relação estabeleceria com ICTs, empresas, outros ministérios, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.3. Sistema empresarial:

D.3.1. Tipos de relações com empresas (nacionais, estrangeiras, porte, etc.), com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.3.2. Se estivesse na liderança de uma empresa, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa de mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.3.3. Que tipo de relação estabeleceria com ICTs, outras empresas, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no que concerne à mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.4. Sistema Financeiro

D.4.1. Tipos de relações com instituições financeiras públicas e privadas: e.g., quais instituições, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.4.2. Se estivesse na liderança de uma instituição financeira, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.4.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, instituições governamentais, outras instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D. 5. Sistema de Mídia

D. 5.1.Tipos de relações com organizações de mídia: e.g., quais jornais, televisões, etc. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.5.2. Se estivesse na liderança de uma empresa de mídia, como estabeleceria uma seção, um programa dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.5.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outras empresas de mídia, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.5.4. Como trataria um artigo/trabalho em periódico/evento acadêmico que versasse sobre uma inovação fora do paradigma?

E. O Brasil não integra as tradicionais listas de inovações radicais. O potencial das empresas nacionais/país para inovações radicais (no sentido kuhniano). O que precisa ser feito, por quem, como, por que?

Roteiro de entrevistas

A. Dados Cadastrais

Instituição:

Endereço:

Composição do Capital

- nacional
- estrangeiro

Principais clientes:

Principais concorrentes:

Participantes da Entrevista: nome - função

B. Conceituação

Inovação

Inovação radical

Inovação incremental

Pesquisa: tem como objetivo entender as condições que determinam uma inovação radical (no sentido kuhniano), como essa que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

C. Estratégia de Inovação

C.1. Embasamento para formulação de estratégias de financiamento à inovação

Estudos/análises: tipo: setoriais; concorrentes, etc.
Origem: interna, externa, quem:
Outros: quais, características.

C.2. Escolha entre alternativas

C.2.1. Processo:

Descrição, níveis gerenciais envolvidos, autonomia negociações envolvidas: internas, externas.

C.2.2. Critérios de decisão:

Iniciadores, influenciadores, decisores, executores (expresso pelas relações): internos, externos:

C.2.3. Facilitadores/inibidores da autonomia de decisão

Indutores da autonomia: e. g., acionistas, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de indução.

Inibidores da autonomia: e,g, acionistas, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de restrição

C.2.4. Avalia relação inovação incremental-inovação radical na decisão?

C.2.5. Tratamento conferido a inovações fora do paradigma

C.3. Implementação

C.3.1. processo: características; negociações envolvidas.

C.4. Avaliação e controle

Processo: descrição, critérios e forma de escolha de indicadores, negociações envolvidas.

D. Relações da organização com organizações dos diferentes sistemas

D.1. Sistema financeiro:

D.1.1. Tipos de relações: e.g., participação em associações de classe, "Fóruns de Competitividade", com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.1.2. Se estivesse na liderança de uma associação de classe, o que faria para interferir nas relações estabelecidas com associados, no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.1.3. Como estabeleceria uma política, um programa de financiamento dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2. Sistema governamental

D.2.1. Tipos de relações com órgãos do governo federal: e.g., quais ministérios, agências, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.2.2. Se estivesse na liderança de um Ministério de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outros ministérios, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis ?

D.3. Sistema empresarial

D.3.1. Tipos de relações com empresas (nacionais, estrangeiras, porte, etc.), com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.3.2. Se estivesse na liderança de uma empresa, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.3.3. Que tipo de relação estabeleceria com ICTs, outras empresas, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.4. Sistema de Ciência e Tecnologia

D.4.1. Tipos de relações com instituições de ciência e tecnologia: e.g., quais instituições, universidades, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.4.2. Se estivesse na liderança de uma Instituição de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.4.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, outras ICTs, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.5. Sistema de Mídia

D.5.1. Tipos de relações com organizações de mídia: e.g., quais jornais, televisões, etc. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.5.2. Se estivesse na liderança de uma empresa de mídia, como estabeleceria uma seção, um programa dedicado ao tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.5.3 . Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outras empresas de mídia, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento,

parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

E. O Brasil não integra as tradicionais listas de inovação radical. O potencial das empresas nacionais/país para inovações radicais (no sentido kuhniano). O que precisa ser feito, por quem, como, por que?

Roteiro de entrevistas

A. Dados Cadastrais

Empresa:

Endereço:

Composição do Capital

nacional
estrangeiro

Principais concorrentes:

Participantes da Entrevista: nome – função

B. Conceituação

Inovação

Inovação radical

Inovação incremental

Pesquisa: tem como objetivo entender as condições que determinam uma inovação radical (no sentido kuhniano), como essa que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

C. Estratégia no tema Inovação

C.1. Embasamento para escolha de um matéria sobre inovações

Estudos/análises: tipo: setoriais; concorrentes, etc.
Origem: interna, externa, quem:
Outros: quais, características

B. Conceituação

Inovação

Inovação radical

Inovação incremental

Pesquisa: tem como objetivo entender as condições que determinam uma inovação radical (no sentido kuhniano), como essa que se anuncia: a mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

C. Estratégia no tema Inovação

C.1. Embasamento para escolha de um matéria sobre inovações

Estudos/análises: tipo: setoriais; concorrentes, etc.
Origem: interna, externa, quem:
Outros: quais, características.

C.2. Escolha entre alternativas

C.2.1. Processo:

Descrição, níveis gerenciais envolvidos, autonomia negociações envolvidas: internas, externas.

C.2.2. Critérios de decisão:

Iniciadores, influenciadores, decisores, executores (expresso pelas relações): internos, externos:

C.2.3. Facilitadores/inibidores da autonomia de decisão

Indutores da autonomia: e. g., acionistas, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de indução.

Inibidores da autonomia: e,g, acionistas, propriedade do conhecimento (patentes, autoridade científica, etc.), níveis hierárquicos superiores e inferiores.
Como se manifesta esse "poder" de restrição

C.2.4. Avalia relação inovação incremental-inovação radical na decisão?

C.2.5. Tratamento conferido a inovações fora do paradigma.

C.3. Implementação

C.3.1. processo: características; negociações envolvidas.

C.4. Avaliação e controle

Processo: descrição, critérios e forma de escolha de indicadores, negociações envolvidas.

D. Relações da organização com organizações dos diferentes sistemas

D.1. Sistema de Mídia

D.1.1. Tipos de relações: e.g., participação em associações de classe, com que objetivos.

D.1.2. Se estivesse na liderança de uma associação de classe, o que faria para interferir nas relações estabelecidas com associados, no que concerne ao tema mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis?

D.1.3. Como estabeleceria recomendaria matéria sobre o tema inovação? E no que concerne ao tema mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis? Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2. Sistema empresarial

D.2.1. Tipos de relações com empresas nacionais e estrangeiras, com que objetivos. Negociações envolvidas no que concerne ao tema mudança de base de matéria-prima da indústria química para renováveis.

D.2.2. Se estivesse na liderança de uma empresa, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.2.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outros ministérios, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.), mídia, no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.3. Sistema governamental

D.3.1. Tipos de relações com órgãos do governo federal: e.g., quais ministérios, agências, com que objetivos. Negociações envolvidas no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.3.2. Se estivesse na liderança de um Ministério de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.3.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, outros ministérios, instituições financeiras públicas e privadas (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.), mídia, no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D. 4. Sistema de Ciência e Tecnologia

D.4.1.Tipos de relações com instituições de ciência e tecnologia: e.g., quais instituições, universidades, com que objetivos. Negociações envolvidas no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis.

D.4.2. Se estivesse na liderança de uma Instituição de Ciência e Tecnologia, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.4.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, outras ICTs, instituições governamentais, instituições financeiras públicas e privadas, mídia (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.) no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.5. Sistema Financeiro

D.5.1. Tipos de relações com instituições financeiras públicas e privadas: e.g., quais instituições, com que objetivos. Negociações envolvidas no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

D.5.2. Se estivesse na liderança de uma instituição financeira, como estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis? (bases e premissas, critérios, indicadores). Como consideraria a relação inovação incremental-inovação radical?

D.5.3. Que tipo de relação estabeleceria com empresas, ICTs, instituições governamentais,outras instituições financeiras públicas e privadas, mídia (aconselhamento, parcerias nas ações, inclusive financeira, etc.), no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis?

E. O Brasil não integra as tradicionais listas de inovações radicais. O potencial das empresas nacionais/país para inovações radicais (no sentido kuhniano). O que precisa ser feito, por quem, como, por que?

APÊNDICE C - DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO INTEGRANTE DO ESTUDO DE CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO.

DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS REALIZADAS NA PESQUISA DE CAMPO

Encontram-se a seguir descritos, os resultados da pesquisa de campo, organizados de acordo com os blocos/questões que integraram o roteiro de pesquisa e especificados pelos cinco sistemas que compõem o modelo proposto.

A descrição apresentada procurou aproximar-se ao máximo da visão dos entrevistados sobre as questões levantadas nas entrevistas, conforme o roteiro de pesquisa concebido, apresentado no Capítulo 3, seção 3.2.2 e no Apêndice B - Roteiros de Entrevistas. Além disso, foi mantido o anonimato dos entrevistados e das organizações as quais representam, como mencionado.

Dados cadastrais

No sistema empresarial, as organizações da indústria química que responderam à pesquisa foram em sua maioria, empresas de grande porte, de capital nacional, com sede localizada no Estado de São Paulo. Foi também consultada associação de classe cujos associados são usuários de produtos químicos verdes. O mercado externo é apontado como o principal cliente de produtos de base renovável, tanto no que se refere a empresas quanto a consumidores finais (indivíduos). Foi ainda incluída na pesquisa, empresa de “alta tecnologia”, não atuante na indústria química, localizada em São Paulo.

Os respondentes do sistema financeiro foram os seguintes: uma empresa nacional com investimentos nas modalidades *private equity*/capital de risco, localizada em São Paulo e uma organização financeira de desenvolvimento, do governo federal, localizada no Rio de Janeiro.

As atividades relacionadas à inovação das organizações representantes do sistema governamental que concordaram em participar da pesquisa foram: formulação e implementação de políticas de C,T&I, financiamento de C,T&I, disseminação de ativos intangíveis (conhecimento intelectual), elaboração de estudos, planos e programas. Tais organizações são organizações do governo federal, da administração direta e/ou indireta,

vinculadas a Ministérios e uma organização internacional dedicada ao desenvolvimento da América Latina e Caribe.

Quanto às instituições entrevistadas no sistema de ciência e tecnologia, estas eram dedicadas à pesquisa científica e tecnológica e à elaboração de estudos prospectivos, no tema renováveis, sendo que duas das instituições consultadas pertenciam a universidades e uma terceira à empresa pública.

No sistema de mídia, as organizações entrevistadas foram uma redação de periódico especializado em C,T&I, com circulação nacional, em versão impressa e *online* e uma empresa pública de televisão, ligada a uma secretaria estadual.

Conceituação de inovação

As declarações dos entrevistados relativos aos conceitos de inovação, inovação incremental e inovação radical estão reunidas no Quadro 15 - Declarações da pesquisa de campo, incluído no Capítulo 8 - Resultados da Pesquisa de Campo, anterior.

Estratégia de inovação

- sistema empresarial

No sistema empresarial, conforme os entrevistados, o embasamento para tomada de decisão de investimento em inovações, como a substituição de fontes fósseis de matérias-primas da indústria química por fontes renováveis, é principalmente originado em estudos internos da empresa. Esses estudos são desenvolvidos por pessoal próprio, com a participação de consultoria externa.

As empresas petroquímicas entrevistadas, de grande porte, adotam a sustentabilidade como valor, mas as decisões de investimentos em inovações são sempre baseadas na viabilidade econômica. Uma das empresas inclui a demanda de clientes como base para decisão de investimentos, na medida em que a empresa teria garantido o consumo na

ponta da cadeia produtiva. A decisão por investir em produtos obtidos a partir de fontes renováveis foi tomada com objetivo de diversificação de rotas "para não depender do humor do petróleo", nas palavras de um dos entrevistados. Para essas empresas, a "petroquímica ainda é petróleo e gás.

Algumas empresas, principalmente aquelas da indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, que comercializam ou pretendem comercializar seus produtos em embalagens plásticas "verdes", destacam a participação em rodadas tecnológicas no Brasil e em missões internacionais com fins de intercâmbio, como importantes fontes de subsídios para tomada de decisão de investimentos em inovação, conforme a associação de classe entrevistada. Nessa indústria, é cada vez maior a importância da sustentabilidade como atributo de consumo, expressa não apenas pelo uso de embalagens de base renovável, mas também biodegradáveis e recicláveis. A embalagem nessa indústria é considerada o símbolo ou "cartão de visitas" para o consumo "do verde" ou do "bio", que muitas vezes inclui a biodiversidade brasileira. Os consumidores das classes A e B, no Brasil, e parte dos consumidores do mercado externo estão dispostos a pagar preços *premium* por esses produtos.

Além de estudos, discussões e "pessoas confiáveis", outras fontes de informações para subsidiar decisões de investimentos em inovações incluem publicações nos temas C,T&I, petroquímica, petróleo e gás. As empresas entrevistadas acompanham os movimentos de seus concorrentes, nacionais e globais de modo a seguir as tendências, como mostra a afirmação de um dos entrevistados - "o vento sopra para lá, então eu vou para lá".

Em uma grande empresa pública que atua principalmente na área de petróleo e gás, mas que também realiza investimentos na indústria petroquímica, os estudos internos praticamente não são considerados, na medida em que as decisões são tomadas "politicamente", conforme será tratado adiante, na descrição da estratégia de inovação no sistema de ciência e tecnologia.

No processo de escolha de alternativas das grandes empresas petroquímicas e envolvidas com renováveis, são formados comitês internos de gestão da inovação,

compostos pela diretoria e gerências de marketing e tecnologia, que se reúnem periodicamente. As escolhas são fundamentadas no retorno sobre investimento, na imagem da empresa e no gerenciamento de portfólio de produtos nos diferentes segmentos de mercado dos quais as empresas participam, nos curto, médio e longo prazos. Adicionalmente, essas empresas consideram as restrições orçamentárias e o *feeling*/experiência dos envolvidos no processo, como critérios de decisão. As negociações envolvidas são muito mais de cunho interno do que externo, já que a inovação deve pertencer ao negócio da empresa, não havendo, portanto, possíveis conflitos de interesses, como aqueles entre a alta gerência da empresa e seus acionistas. Tanto propostas de clientes como de fornecedores são indutores e o *feeling*/aposta dos envolvidos no processo, assim como a disponibilidade de recursos humanos e financeiros são inibidores da autonomia para decisão de investir em inovações. Uma das empresas apontou ainda, a capacidade de trabalhar com recursos de terceiros como inibidor do processo.

O processo descrito é o mesmo tanto para inovações radicais quanto incrementais. Uma das empresas petroquímicas mencionou que mesmo uma inovação potencialmente radical requer a manifestação do interesse do cliente, na ponta da cadeia, como condição para que a empresa assuma o risco do desenvolvimento dessa categoria de inovação.

Nenhuma das empresas entrevistadas considera a relação inovação incremental – inovação radical na decisão de desenvolver uma inovação. Apenas uma das empresas petroquímicas entrevistadas vislumbra a possibilidade de considerar tal relação no futuro.

No que concerne ao desenvolvimento de inovações fora do paradigma, somente uma das empresas petroquímicas consultadas aventou a hipótese de tratar dessas inovações, desde que seja demonstrado, o que significam em termos de conhecimento, recursos humanos, testes em planta-piloto, ou seja, desde que passem pelo processo de *screening*, acordos de sigilo se for o caso, e pela disponibilidade de recursos humanos, materiais e financeiros para levar adiante o processo. Todas as outras empresas não consideram "ficção científica" nos seus processos de definição de estratégias de inovação.

As negociações na implementação das estratégias de inovação, conforme as empresas entrevistadas são um procedimento interno, envolvendo atuação dos gestores internos do processo, juntamente com as outras pessoas que compõem o quadro de pessoal da empresa.

Para financiar a implementação da estratégia de inovação, as empresas petroquímicas entrevistadas buscam instituições governamentais, como a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP e o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, com objetivo de compartilhar riscos e obter o menor custo possível. Caso não haja disponibilidade de recursos oriundos dessas instituições, os projetos de inovação retornam à apreciação de comitês, para avaliação sobre a continuidade, o descarte ou a permanência do projeto em "banho-maria".

O processo de avaliação e controle da implementação da estratégia de inovação nas empresas petroquímicas consultadas é realizado com base em indicadores econômico-financeiros e inclui a participação da alta administração da empresa.

- sistema financeiro

No sistema financeiro, a instituição privada entrevistada tem como base para formulação de sua estratégia de inovação, a participação em eventos, de modo a ouvir e ler líderes de opinião, generalistas e "específicos" ("financistas"). A escolha entre alternativas é feita com base no *pipeline*, tendo como critérios, o foco do negócio e a capacidade de agregar valor ao negócio. A empresa tem formados um comitê estratégico, um comitê técnico e outro financeiro. A decisão envolve um elemento de cada comitê e mais os sócios, e deve ter unanimidade entre os sócios. Estes também são os inibidores e indutores da autonomia de decisão de investimentos, tendo os desafios e a argumentação como manifestação tanto do poder de indução quanto de restrição.

A instituição financeira privada avalia a relação inovação incremental - inovação radical, de modo a gerenciar seu portfólio de investimentos. A instituição denomina inovações fora

do paradigma de "alucinações" e investe também em "alucinações".

O processo de implementação é descrito pela instituição financeira privada, como apresentando dificuldades nas negociações, mas também entusiasmo, decorrentes de diferenças na cultura do "inovador", que mostra experiência do cientista, do empresário e do investido.

Na organização financeira privada, além dos indicadores tradicionais, como regras de governança, o futuro investido passa por um processo de "psicanálise", com objetivo de verificar “a inteligência emocional por detrás do plano de negócios”, tendo como indicadores a curiosidade tecnológica e a cultura inovadora.

Na organização financeira governamental, o tema inovação adquire ou não relevância, de acordo com os gestores da instituição indicados a cada mudança de governo. Na gestão atual da organização consultada, o tema inovação é um dos oito projetos estratégicos da instituição e há recursos destinados ao tema. O discurso vigente destaca a revisão de linhas e políticas e a necessidade de melhorar e disseminar internamente a inovação como elemento de política. Como a tradição da organização é financiar investimentos físicos (tangíveis), tal disseminação é um processo longo e cumulativo, requerendo a montagem e revisão de procedimentos, para tornar claro “o discurso da inovação”, uma vez que o intangível é de difícil valoração e explicitação no processo de trabalho da organização. No que concerne à indústria química, o apoio a renováveis é um dos quatro focos de atuação da organização nessa indústria, e no que tange a atividades de inovação, a indústria química consolidada ainda não usa P&D como *driver* de competitividade.

A organização financeira governamental consultada tem como embasamento para formulação de sua política de investimentos em inovação, estudos internos realizados principalmente nos departamentos, com base em idéias externas, na sua maior parte desenvolvidas a partir da participação de pessoas em seminários, congressos, etc. Tais estudos são ainda influenciados pelas informações obtidas em contatos com empresas, universidades e instituições de ciência e tecnologia – ICTs. Na indústria química, em

renováveis, a política de investimentos em projetos de inovação fundamenta-se na participação no pacto da indústria química da Associação Brasileira da Indústria Química - Abiquim e na conversa com empresas, com objetivo de apreciar os interesses das mesmas no tema renováveis, como por exemplo, biorefinarias, eteno verde, polietileno verde e propaganda verde (este é o caso da empresa Coca-Cola, segundo o entrevistado).

O processo de planejamento operacional da organização financeira governamental nasce na diretoria e nos departamentos. A diretoria define as grandes linhas, por exemplo, inovação, e os departamentos definem seus focos, por exemplo, renováveis.

Como mencionado, o foco em inovação é determinação da direção atual da organização financeira governamental consultada, havendo fundo específico para financiar a inovação, o qual tem como uma das prioridades, o uso de matérias-primas renováveis.

O discurso do presidente e da diretoria, juntamente com o posicionamento de superintendentes, chefes de departamentos e técnicos (“movimento de base”) podem ser tanto inibidores como indutores da autonomia de decisão. A *expertise* interna é também inibidora e indutora. Cada tema eleito como prioridade em inovação envolve um projeto de trabalho e de ações, redefine a política de apoio à inovação e até institui "missionários".

Especificamente em renováveis, na visão dos entrevistados, a queda do preço do petróleo pode inibir a substituição de fontes fósseis por renováveis. Na substituição de fontes fósseis por renováveis na indústria química, o *scale-up* é risco, e nesse sentido, a “autoridade científica” se manifesta não mais por testes, mas por plantas-piloto.

No que tange a inovações fora do paradigma, a organização financeira governamental, considera apoiar apenas “*breakthroughs*” viáveis em cinco a seis anos, no âmbito do fundo específico para inovação, desde que uma empresa acredite no projeto, que tenha capacidade de ser executado em uma instituição de ciência e tecnologia - ICT, e com capacidade de colocação do resultado do projeto no mercado pela empresa.

O investimento da organização financeira governamental em projetos de inovação é realizado conforme os diferentes instrumentos e modalidades de atuação vigendo na mesma. Na modalidade “financiamento”, em projetos de inovação de empresas tradicionais “é mais fácil”, enquanto que em empresas nascentes, os apoios são realizados nas modalidades de fundos de capital de risco e de renda variável, mas há sempre uma conversa entre as áreas responsáveis por tais modalidades. O desafio institucional é o uso integrado de instrumentos. Há ainda uma linha de apoio a projetos de inovação em conjunto com a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.

Quanto a avaliação e controle, o processo da organização financeira governamental é realizado com bases em indicadores corporativos, e as linhas são monitoradas pelo desembolso. O crescimento de caixa é negociado internamente, no Comitê de Planejamento, na Diretoria e nas Superintendências. A instituição financeira governamental encontra-se em processo de desenvolvimento de indicadores, conforme prioridades estabelecidas.

- sistema governamental

No sistema governamental, estudos internos e externos, por exemplo, estudos sobre a dinâmica da inovação, fundamentam a definição de políticas de inovação das organizações que integraram as entrevistas. Algumas instituições criam "observatórios de inovação", para que as informações fiquem disponíveis para toda a sociedade brasileira. Com relação ao fomento governamental à inovação em pequenas e médias empresas, na medida em que não há cultura de inovação nessas empresas, conforme declaração de um dos entrevistados, a política governamental atual quer ser pró-ativa, para levar conhecimento e também para protegê-lo, e ainda para incentivar a compreensão da importância do sistema de patentes e da comercialização da propriedade intelectual.

O planejamento estratégico para definição de políticas de inovação nas organizações do sistema governamental entrevistadas contou com a participação de todos de função gerencial e também discussões com as diversas áreas. Mas o interesse sistêmico e institucional no assunto ainda é restrito. Envolveu negociações com todos, desde a

diretoria, corpo funcional, ministérios aos quais as instituições estão vinculadas e outros ministérios, e organizações relacionadas à indústria no Brasil e no exterior, como Confederação Nacional da Indústria – CNI e Federações de Indústrias Estaduais e Organização Mundial do Comércio – OMC. Existe autonomia nessas negociações, mas há necessidade de "muita costura", para dar conta das disputas e das composições.

Nessas organizações, a inovação incremental é o foco. O tratamento conferido a inovações fora do paradigma segue os mesmos critérios, com algumas restrições.

A agência federal da inovação baseou a elaboração do seu “plano de gestão estratégica” com o apoio do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, para definir a “visão de futuro”, o “perfil de atuação” e as “diretrizes estratégicas”. O processo foi participativo, pela “estrutura de governança” "*bottom up - top down*", envolvendo a constituição de grupos temáticos formados por funcionários da agência, com a função de produzir elementos para tomada de decisão. Para tal, esses grupos foram subsidiados em suas discussões por notas técnicas palestras e seminários, elaborados por consultoria externa. Assim, além do trabalho dos grupos, foram realizados seminários sobre temas relevantes para C,T&I, pesquisa sobre a imagem da organização com mais de dois mil respondentes externos e cerca de quatrocentos respondentes internos, entrevistas com vinte e cinco atores considerados relevantes do Sistema Nacional de CT&I e oficinas com representantes do governo e do MCT. Os documentos resultantes do processo foram agrupados e discutidos em oficinas internas, sendo o trabalho validado pelo grupo orientador do processo, que incluiu consultores externos. Contudo, as estratégias e políticas de apoio à inovação a serem praticadas pela agência não foram resultantes do processo em questão, o qual foi voltado para a gestão interna da organização.

De acordo com um dos entrevistados da agência federal da inovação, as estratégias e políticas de apoio à inovação deveriam considerar em que medida fazer algo de: *catch-up*, porque já existe indústria brasileira e tal apoio ajudaria a criar mais valor, pela combinação de competências de onde o conhecimento mais avançou, apostando nas vantagens para melhoria da balança de pagamentos; tecnologias para geração de renda; perseguir a fronteira; atuar na oportunidade e “sustentar na função produção”.

Nesse sentido, o critério de escolha entre alternativas de políticas de inovação deveria ser fundamentado no papel da agência, na geração de emprego e renda, nesse caso privilegiando a indústria como fundamento para crescimento estável da economia, e na soberania, visando impor o país. Os critérios internos da agência para escolha entre alternativas se basearíam na prioridade e viabilidade, onde os indutores seriam o aumento da arrecadação de recursos para a inovação e patentes. A autoridade científica não seria considerada como determinante da escolha, a avaliação dos projetos por pares serviria apenas de guia, e desse modo, não seria apenas o mérito a determinar a escolha, mas tanto o atendimento às prioridades estabelecidas pela política governamental quanto a viabilidade do projeto.

Quanto aos inibidores da efetividade das políticas de inovação praticadas pela agência federal de inovação, estes são o modelo de governança estabelecido para o Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que induz à manutenção do *status-quo,* e a educação profissional, onde êxitos individualizados dificultam a criação de sinergias, não havendo diferenças particulares e nem desprendimento do individual para o coletivo. A divisão do trabalho também muito prejudica o desempenho das políticas de inovação; e além disso, as forças moderadas que atuam sobre os jovens não são transgressoras. Por outro lado, as políticas horizontais atualmente praticadas (pagas com incentivos fiscais) não são adequadas para inovação tecnológica: “o pulo do gato está na seleção, é a Economia que fala isso”.

No que concerne à organização para desenvolvimento da América Latina e Caribe, esta vem realizando estudos sobre os temas: inovação, restrições enfrentadas para o desenvolvimento de inovações, dificuldades nas relações universidade-empresa, bem como sobre os diferentes sistemas nacionais de inovação. Houve deslocamento do foco dos estudos desenvolvidos pela organização. Até os anos setenta, tratavam do tema investimentos fixos, investimentos em tecnologia e inflação. Nos anos 80, o foco era a realização de estudos inspirados no conceito de “inovação radical”: tecnologias de informação e comunicação - TICs, biotecnologia, materiais, nanotecnologia. Os *drivers* desses estudos eram o progresso técnico, em resposta à questão "por que o mundo salta

e a América Latina não". Há trinta anos, o tema chave é inovação, ou seja, há prevalência de estudos sobre inovação/tecnologias, mas sem abandonar aqules sobre investimento fixo.

Nessa organização, existe uma Divisão de Renováveis e Meio Ambiente, que realiza estudos e trabalhos nos temas: economia verde, mudanças climáticas, entre outros. São estudos internos, contratados por linhas de pesquisa, tais como, restrições ambientais à exportação, impacto ambiental, reflorestamento, impactos sobre água e atmosfera. Toda a agenda de pesquisa em meio ambiente é de características sociais e econômicas e não de ciências exatas.

- sistema de ciência e tecnologia

No sistema de ciência e tecnologia, na instituição vinculada à empresa pública, para formulação da estratégia de inovação, foi criada comissão de inovação composta por "notáveis" (assessorada por consultores externos), considerando, maturidade profissional, critérios científicos e tempo de permanência na empresa. Foram preparados questionários e ouvidas cerca de duas mil pessoas. Após trabalho de um ano, que incluiu coleta de informações, diagnósticos e modificações, foi definido o posicionamento estratégico da instituição de ciência e tecnologia. O modelo foi baseado na visão de Dorothy Leonard-Barton. A escolha foi decorrente da visão dessa autora estar centrada "na cultura, no homem"[115]. Os conceitos de inovação foram testados em diferentes escalas. Foi "abolida a hierarquia", com proposta de disseminação do modelo para os funcionários mais jovens. Atualmente, a implementação do modelo se encontra "em suspenso". Conforme o entrevistado, "atualmente a empresa se encontra engessada, tendo como proposta atual o espetáculo e não a inovação". Outro grande inibidor foi a hierarquia inferior, que não tem visão sistêmica e institucional - "A empresa está sem ambiente inovador - valorização do ser humano, reconhecimento não financeiro -, fidelidade ao conhecimento e possibilidade de cooptar novas gerações que vêm com uma visão deturpada". A instituição vinculada à empresa pública também não considera

[115]Conforme o entrevistado, para Leonard-Barton, "cultura é o conjunto de soluções criadas por um determinado segmento e que são suficientemente válidas para serem passadas às gerações futuras".

inovações fora do paradigma - "a ordem para pensar fora da caixa é sem fundamento".

A instituição de ciência e tecnologia vinculada à universidade e dedicada à elaboração de estudos e pesquisas em renováveis tem como embasamento para suas pesquisas, o portal Capes e as bases internacionais. O processo se inicia com a busca de artigos e patentes e após são consultadas as bases de dados de mercado, com objetivo de conhecer o que está sendo publicado na mídia especializada. A gestão e os critérios de decisão têm como base a demanda de empresas e do governo.

Outra instituição de ciência e tecnologia vinculada à universidade, tida como referência mundialmente, em pesquisa em fontes renováveis para a indústria química, tem subjacente em suas pesquisas, a afirmação que a humanidade não tem como depender de fontes fósseis e que o Brasil tem vocação para renováveis - "renováveis é a cara do Brasil". Para o entrevistado, o país ao utilizar fontes renováveis não estaria vulnerável ao preço do petróleo, dependente de fontes esgotáveis, e nem sujeito a conflitos globais. Porém, de acordo com o pesquisador, não significaria acabar com as fontes fósseis, mas diversificar as fontes energéticas e de matérias-primas para a indústria química. O entrevistado acrescenta que não existe o mito energia ou alimentos; já que resíduos utilizados como fontes renováveis não competem com alimentos. O pesquisador apontou ainda, que na segunda geração, há várias concepções de modelos tecnológicos. Segundo o pesquisador, o Brasil ocupa uma das posições de liderança, havendo conhecimento no país, mas faltando a implementação dos projetos de obtenção de bioprodutos via segunda geração. O entrevistado indica também, que o balanço energético do etanol de primeira geração não é positivo, porque queima bagaço como energia, e o resultado da queima de lignina é negativo, mas conforme o entrevistado, “os resultados de balanços de carbono são resultados de inteligências e interesses”.

O estudo "Química Verde no Brasil", do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, mas elaborado por consultores externos, dentre os quais os pesquisadores entrevistados, é empregado como referência básica no tema por diversas empresas, instituições de ciência e tecnologia - ICTs e organizações governamentais.

Nenhuma das instituições de ciência e tecnologia consultada avalia a relação inovação incremental - inovação radical, na decisão de seus estudos e pesquisas.

- sistema de mídia

No que concerne ao sistema de mídia, o foco do periódico consultado é a política científica: o que é proposto como projeto para inovação e o “resultado” da inovação - o que está no meio não é foco do periódico. No caso de um tema não pertinente diretamente à política, a veiculação fica a critério do editor.

A escolha dos temas é feita com base no assunto que está sendo analisado na política científica. Por exemplo: se a “pesquisa marinha virou *boom*”; o periódico vai para essa área; se o acidente nuclear no Japão gerar debate científico/debate político, mantendo o foco do periódico, que é pesquisa científica, esse tema pode ser veiculado; o tema mídias de segurança, naquilo que o olhar científico está trazendo poderá ser tratado pelo periódico. O editor tem autonomia para escolher as matérias incluídas em cada edição do periódico.

Na emissora de televisão pública que integrou a pesquisa de campo, a estratégia de inovação é definida da seguinte forma: a governança corporativa é do conselho curador, responsável pelo desenvolvimento de grandes diretrizes e respeito ao estatuto, que são levadas aos diferentes conselhos, *e.g.*, programação, jurídico. Os responsáveis pela execução da estratégia têm autonomia; por exemplo: o diretor executivo tem autonomia sobre a grade de programação e também autonomia financeira; mas a execução deve estar em conformidade com as diretrizes e deve prestar contas ao conselho.

A estratégia de inovação da televisão pública, que envolveu a revisão do modelo de negócios, foi realizada mediante a contratação de consultoria externa. Tal revisão contou com estudos sobre emissoras de televisão públicas no Brasil e no mundo.
No mundo, a televisão “foi aglutinadora de povos”. Por exemplo, na Inglaterra, a televisão é tema de Estado, dos equivalentes ministérios da Fazenda, Cultura, Educação. Na compra de um aparelho de televisão, parte do valor é direcionada para investimentos em

educação; além disso, a propaganda é comedida. A televisão pública entrevistada tentou implementar modelo semelhante ao da BBC, mas sofreu enorme pressão das redes Globo, Record e das lojas de varejo, como Casas Bahia.

O periódico consultado “não dá guarida à ficção científica”, sendo que o conselho editorial poderia apenas sugerir temas fora do paradigma científico vigente. Por exemplo, a “máquina do tempo” ou o “laser invisível” não teriam espaço, porque não têm visão científica; segundo o entrevistado, são até pesquisas possíveis de serem executadas, mas estão muito distantes da realidade. Esses casos, conforme o respondente, estariam muito mais no âmbito de uma TV Globo, que tem apelo lúdico ou popular. Outro exemplo citado pelo entrevistado, o colchão magnético, está na linha editorial dos jornais Folha de São Paulo, Estado de São Paulo, e das televisões, porque tem apelo popular, mas não seria assunto tratado pelo periódico, o qual tem a comunidade científica como público.

O conselho da televisão pública impede a exibição de programas com temas fora do paradigma, “para não desfigurar o clássico da TV”, segundo o entrevistado.

Relação da organização com organizações dos diferentes sistemas

- sistema empresarial

As relações intra-sistema das empresas petroquímicas entrevistadas que compuseram o sistema empresarial mostram que as negociações são diferentes para cada setor. Por exemplo, uma das empresas considera as relações com fornecedores de etanol como “benéficas”, tendo por exemplo, garantido o fornecimento de etanol na venda acordada ou a “variação de combustíveis”.

As negociações com empresas intra-sistema têm o critério econômico como mandatório - "se a demanda por renováveis não remunerar, não são produzidos".

As negociações com clientes, no que concerne aos produtos de base renovável

desenvolvidos pelas empresas, indicam que os clientes pagam preço *premium* estabelecido pela empresa, provavelmente em função de benefícios intangíveis, como imagem, quando o custo do “plástico verde”, por exemplo, pouco representar no custo final do produto.

As negociações com concorrentes diretos, em produtos renováveis, ainda não foram estabelecidas, uma vez que as empresas petroquímicas produtoras estão atualmente, atuando em nichos diferentes.

Uma das empresas petroquímicas que produz plásticos de fontes renováveis se faz presente em todos os fóruns mundiais sobre plásticos, com objetivo de marcar posição, como um todo e não apenas como produtor de “plástico verde”.

As organizações consultadas do sistema empresarial têm com as organizações do sistema governamental relações de compartilhamento de riscos no que tange à substituição de fontes de matérias-primas fósseis por renováveis.

Tais organizações do sistema empresarial entendem que para o governo, a matéria-prima etanol é estratégica como combustível e não como insumo na indústria química. “O peso social deste uso é pequeno, mas é estratégico, significa soberania”. Além disso, a atuação em renováveis requer formação de pessoas, educação. Faz-se necessário que a empresa mostre vantagem competitiva com o uso de matérias-primas renováveis, segundo os entrevistados.

Se estivessem na liderança de um Ministério de Ciência e Tecnologia, as organizações entrevistadas do sistema empresarial estabeleceriam um diálogo com a indústria, com ações específicas para cada segmento, direcionando recursos não reembolsáveis para a competitividade do Brasil em renováveis, em toda a "cadeia de inovação". Além disso, investiriam no avanço do conhecimento, na capacitação das pessoas, sem considerar a quantidade de recursos, mas privilegiando o tipo de pessoas que estão sendo formadas ("que pessoas quero melhorar"; "o foco, por exemplo, não seria a copa de 2014, mas conhecimento").

As empresas consultadas apontam que na posição de sistema governamental “ousariam, assumiriam maiores riscos, confiariam nas pessoas, nas empresas, em pessoas que querem mudar relações”. Consideram ainda, o governo como principal agente para estabelecer relações, para aproximar empresas, instituições de ciência e tecnologia - ICTs, outros ministérios, instituições financeiras públicas e privadas, organizações de mídia, com vistas à realização de parcerias.

Um dos entrevistados do sistema empresarial considera que o sistema governamental deve influenciar a disposição das organizações de qualquer sistema para responder ao país, para trabalhar em projetos para o país, na medida em que estes, às vezes, são desenvolvidos com objetivo de obtenção de resultados muito mais para a organização especificamente do que para o país.

Quanto ao sistema de ciência e tecnologia, as empresas consultadas relatam que o tema “renováveis” está na "moda" nas instituições de ciência e tecnologia - ICTs. Uma das empresas menciona também que o pesquisador desenvolve sua pesquisa em função do que pode acrescentar à sua universidade, no tema que está "acontecendo". Além disso, para os entrevistados do sistema empresarial, o sistema de C&T tem como principal foco a ciência básica e a ciência aplicada, não tendo uma visão unificada, que trate dos mesmos temas que as empresas têm interesse. Segundo um dos entrevistados, a universidade, por exemplo, deveria transformar ciência em aplicação, transformar conhecimento que gere tecnologia que a sociedade necessita.

Quanto ao sistema financeiro, as organizações consultadas no sistema empresarial apontam a falta investimento de risco, capital de risco e financiamento para curto prazo. Sugerem, na posição de sistema financeiro, a criação de fundos direcionados para acesso a conhecimento novo, gerenciamento de portfólio de investimentos nas diferentes modalidades de instrumentos financeiros destinado à inovação e foco na atuação.

Para uma das empresas entrevistadas, o investidor tem papel fundamental no fomento à inovação, pela capacidade de compor portfólio, diferentemente da subvenção

governamental, que é uma modalidade “muito mais teórica”. O investidor “é o grande patrocinador da inovação radical”, segundo a empresa.

Se estivesse na liderança de uma instituição financeira, uma das empresas consultadas estabeleceria uma política, estratégia ou um programa no tema mudança da base de matérias-primas petroquímicas para renováveis, estimulando *start-ups* em renováveis com participação de grandes empresas globais, como Dow e Basf.

Um dos entrevistados de empresa petroquímica indica que se ocupasse posição de liderança no sistema de mídia marcaria presença “até em novela da Globo”. Segundo o entrevistado, internacionalmente, faz-se estardalhaço sobre o “plástico verde”, resultando em muita procura pelo produto. Contudo, temas como renováveis e clima ainda não se fazem tão presentes na mídia do Brasil. Com visão diferente, outro entrevistado de empresa petroquímica aponta que no mercado externo, o apelo “renováveis” é um nicho. Algumas empresas apostam, por exemplo, a Coca-Cola, na medida em que o “custo verde" é pouco representativo no custo total da Coca-Cola. Mas compartilha da visão de outro entrevistado, no que concerne ao apelo renováveis no Brasil - “renováveis não vai pagar *premium*”, mas que há espaço para explorar, dado que o Brasil dispõe de atributos favoráveis ao apelo de produtos de base renovável, como a grande área com sol.

As organizações consultadas do sistema empresarial entendem o papel da mídia, incluindo *workshops*, debates, como fundamental para formar opinião, transformar e firmar conceitos. Porquanto, a mídia deveria entender todos os atores de um processo de inovação, usando uma linguagem diferente para cada ator, e ainda, atuar na divulgação entre os atores e não apenas para a sociedade. Além disso, conforme algumas dessas empresas, a mídia deveria polemizar, “ser isenta”.

- sistema financeiro

No sistema financeiro, de acordo com os consultados, o grande desafio é gerenciar culturas diferentes e agregar valor, e não apenas gerar caixa. Do lado do empresário investido, este tem que necessitar da instituição financeira. Assim, somente via uma série de negociações é possível atingir os resultados esperados.

Da mesma forma, com o sistema governamental, a organização privada do sistema financeiro indica que as negociações são fundamentais para o alcance dos objetivos. Cita como exemplo, a relação com a Financiadora de Estudos e Projetos - Finep, que é baseada em negociações: “trabalho em equipe, parcerias, independentemente dos partidos políticos que ocupam a direção da Finep”. As negociações visam o trabalho sem acordos, com independência financeira.

Caso ocupasse posição de liderança de uma organização governamental dedicada ao fomento à inovação, o entrevistado da instituição financeira privada realça que a divisão dos recursos seria feita com base no retorno financeiro – “em se tratando de recursos públicos, deve ser exigido também retorno e não apenas contribuição” para a sociedade. O entrevistado menciona como exemplo, a modalidade de apoio “subvenção”, que segundo ele, deveria ser direcionada para projetos com retorno. Menciona ainda, que capital de risco seria a modalidade que responderia pela maior parte dos recursos governamentais direcionados à inovação radical, na medida em que uma “visão financista” induziria o desenvolvimento de “inovações de quebra de paradigma”.

A organização financeira pública observa que a política do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT em renováveis, não inclui o “apoio a *up-scaling*”. Por outro lado, aponta que o apoio governamental à criação de grande número de ICTs em biotecnologia não viabiliza a inovação em renováveis, e portanto o apoio deve ser orientado à cooperação entre elas. O entrevistado indica a necessidade de melhorar a discussão com o MCT, no que tange à gestão dos recursos direcionados ao fomento da inovação. Cita como exemplo, a indústria farmacêutica, onde uma empresa que ainda não domina

biotecnologias teria possibilidade de maior êxito em ocupar posição de liderança mundial "se adquirisse uma Sanofi". Segundo o consultado, micro, pequenas e médias empresas - PMEs não têm como ocupar posição de liderança mundial. No caso de renováveis, somente fomentaria "a segunda geração", "a radicalidade", visto que a rota ainda não está definida.

Com relação ao sistema empresarial, caso a organização financeira privada liderasse ume empresa estabeleceria um "processo de gestão competitiva" entre a inovação do paradigma e o fora do paradigma. Além disso, estabeleceria relações com as organizações financeiras, com clareza de divisão do território, com governança, "vendendo princípios, sem vender valores".

A organização financeira pública comandando uma empresa buscaria a liderança, ampliando o escopo dos investimentos. Por exemplo, nas empresas químicas para comercializarem um produto diferencial é necessário investir muito mais em P&D, e no caso de renováveis, há necessidade de investimentos em tecnologia, marketing e responsabilidade ambiental.

Adicionalmente, o entrevistado da organização financeira pública, na direção de uma empresa procuraria a valorização de ativos, mediante o "fortalecimento dos ativos que dispõem e que produzem um salto na função de produção". Estaria assim, "atento a saltos descontínuos". Por outro lado, também destacaria a propriedade intelectual, para a qual somente há recursos governamentais.

Conforme o entrevistado da organização financeira governamental, a estratégia de inovação da empresa Braskem pode ser usada para generalizar a estratégia de posicionamento do Brasil no cenário global: "a empresa é uma das oito líderes mundiais em sua arena de atuação, tem faturamento da ordem dos bilhões de dólares norte-americanos e tem estratégia de ser seguidor rápido. O Brasil também é seguidor rápido, as empresas, o governo, as pessoas. Por que não é líder mundial? Porque não tem capacidade de absorção, não quer assinar cheque e empreender, precisa de dez anos".

A organização financeira privada, na posição de direção de uma empresa, seria movida a conceber rupturas, “que significa escolher lugares, muitos recursos financeiros, e necessidade de fazer alianças”.

Na posição de comando de uma organização de ciência e tecnologia, a organização financeira pública visaria liderança. Por exemplo, no complexo de produção de etanol - usinas, agricultura e indústria -, pode ser constatado que há oportunidades para a tecnologia nacional em processos de fermentação, mas os microorganismos são trazidos de fora, por exemplo, das empresas Amyris e Novozymes. Assim, haveria espaço para investir no novo, para o domínio da tecnologia. As grandes empresas globais da indústria petroquímica dispõem de recursos financeiros para fazer a transição para renováveis, por exemplo, a Total comprou a Amyris. Para um dos consultados da organização financeira pública, o modelo de uma instituição de ciência e tecnologia - ICT estaria baseado em três pilares: “1. qualidade – vínculo com as melhores universidades, 2. *funding* público e de empresas, 3. conhecimento não é apenas da empresa, mas é de benefício público”.

O entrevistado da organização financeira privada conduzindo uma instituição de ciência e tecnologia “teria liberdade” e não consideraria o retorno financeiro no desenvolvimento das pesquisas. Compara um projeto de uma instituição de ciência e tecnologia - ICT àquele de uma organização artística, onde o poder de veto é do técnico. Por exemplo, “na filantropia, em CDs de música clássica, há dois lados, o artístico, da liberdade criativa, onde o músico sabe melhor, mas também o da liberdade condicionada, onde a visão técnica tem que trazer para o patrocinador um produto comercial, mas o patrocinador deve ser controlado”.

Quanto ao sistema de mídia, a organização financeira privada sustenta que há dois tipos de mídia, a comercial e a “especializada”. A organização menciona que o seu relacionamento é muito forte com o pessoal de mídia especializada em tecnologia - "tem que ter acordo, relacionamento, uma vez que a mídia faz o que quer”. Assim, evita uma prática comum, que é “comprar" empresas de jornalistas para acompanhar os negócios (citando como exemplo o caso da rede norte-americana Fox, que é "especializada”). O entrevistado ressalta que inovações radicais também se incluem nessa posição, e

menciona o exemplo dos temas células-tronco e transgênicos, que são temas tratados pela mídia conforme os interesses.

A organização financeira pública considera tanto revistas acadêmicas quanto patentes como mídia. Indica que o tema “renováveis” é um tema para inclusão na pauta, uma vez que não há clareza sobre o tópico no público em geral. Para um dos entrevistados, “o senso comum sobre o tema ainda não foi construído”. O mesmo se dá na mídia especializada, que apesar de possuir conhecimento mais consolidado sobre o assunto, trata o tema renováveis como um risco, como *trade-offs* em relação a alimentos, em locais como Brasil ou África. Outro entrevistado observa que todas as empresas globais de petróleo estão tratando do assunto renováveis, na mídia especializada.

- sistema governamental

Para o sistema governamental, conforme a maior parte dos entrevistados, a inovação é garantia do desenvolvimento nacional. No entanto, é tratada no governo no âmbito de um sistema transversal que perpassa agendas e instâncias governamentais, impondo-se assim, a questão da coordenação da política. Na Coréia, existe o Ministério da Inovação; no Brasil, diferentemente, as ações são distribuídas por diferentes órgãos, sendo o Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT o responsável pela política, mas não pelo financiamento governamental, o que gera problemas de articulação. Por exemplo, na Saúde, a Financiadora de Estudos e Projetos - Finep, com o Fundo Setorial de Saúde – o CT-Saúde e o Ministério da Saúde, com o Fundo Nacional de Saúde – FNS, ambos financiando inovação em saúde. Outro exemplo, ação conjunta entre Financiadora de Estudos e Projetos - Finep e Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES para atrair centros de P&D de empresas internacionais para o Brasil, com atividades na fronteira do conhecimento e em inovações radicais, e que sustentem decisões estratégicas dessas empresas. Se o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT é composto por diferentes fundos setoriais (*e.g.*, energia, saúde, etc.), a ação deveria ser executada em coordenação com os ministérios estratégicos (*e.g.*, Defesa, Energia, Saúde), que trariam suas prioridades e investimentos em infra-estrutura. Por exemplo, “se Energia quer motores mais térmicos, então novos

materiais poderiam se constituir em tema para apoio".

Um dos entrevistados da agência federal de inovação, caso ocupasse posição de liderança no sistema governamental, partiria do que já existe. Incentivaria empresas com equipes permanentes de P&D constituídas, na medida em que são elas que desenvolvem estratégias tecnológicas – "é P&D mesmo". Além disso, dobraria as apostas e criaria equipes de tecnólogos para realizar um diagnóstico nas empresas, para participar de apostas tecnológicas das mesmas.

Alguns entrevistados do sistema governamental apontam que o sistema governamental vem se consolidando no que concerne ao entendimento do significado da inovação para o desenvolvimento do país, mas que ainda não formula e implementa políticas que visam expor a indústria brasileira ao ambiente mais competitivo, e tampouco aquelas que visam construir ferramentas de proteção a essa indústria. "Tudo ainda é feito para copiar para o mercado interno e não para inovar para o mundo". Por exemplo, os financiamentos e outros instrumentos financeiros do governo brasileiro não permitem compra de empresas. Segundo os entrevistados, o país volta a ter política valorizando investimentos como alicerce de sustentabilidade, criando como opção histórica, uma agenda de autonomia nacional com alinhamento de agendas aos temas prioritários. "O objetivo é consolidar conhecimento, canalizar o novo com o existente, para objetivos maiores do país".

Uma das organizações entrevistadas do sistema governamental aponta que as instituições de ciência e tecnologia - ICTs ainda têm o modelo de substituição de importações, como pano de fundo de suas pesquisas, e não a introdução de uma inovação brasileira no mercado global. Por exemplo, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE faz uso da Lei da Inovação[116] para substituição de importações, quando deveria usá-la para "ser o melhor do mundo na parafuseta".

Alguns entrevistados do governo observam o papel institucional que vem sendo adquirido pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, que tem função de base na

---

[116]Lei No. 10.973/2004 que trata de incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, conhecida como Lei da Inovação.

formulação de políticas e atuação variada e ampla, tais como, debates na Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, estudos críticos da experiência de outros países, interação com áreas acadêmicas, e construção de um espaço de diálogo.

Outro entrevistado do sistema governamental indica que o “Estado” deveria ter posição mais agressiva, ter presença onde o privado não atua, pensando em ganhos para a nação, fazendo eco ao pensamento dos entrevistados do sistema empresarial.

Um dos entrevistados do sistema governamental, na liderança de uma organização financeira privada, realizaria investimentos buscando rentabilidade, contratando os maiores especialistas de empresas do mundo em “como ganhar dinheiro”. Empresas de *venture capital*, por exemplo, são diferentes de um Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, este busca externalidades para o país. Para o entrevistado, “há uma hierarquia de impacto: na inovação radical, o impacto é maior e assim, uma inovação radical é para o país, é além da rentabilidade privada”. Portanto, um BNDES deve arcar com um risco maior do que aquele que uma empresa de *venture capital* arcaria.

Um dos entrevistados da agência federal de inovação estabeleceria relacionamento com instituições de ciência e tecnologia - ICTs. dando espaço para as especificidades de cada ICT, de modo a incentivar o desenvolvimento da mesma, para que se mantenha em sua história própria. Além disso, convocaria a ICT para participar de projetos de país; não incentivaria a competição, mas a complementaridade no âmbito do sistema como um todo.

Quanto ao sistema empresarial, um dos entrevistados do sistema governamental indica que o governo deve conhecer como as empresas atuam em seus negócios, *i.e.*, a percepção do empresário sobre a oportunidade de retorno sobre investimento. Segundo o entrevistado, se risco é grande a empresa não investe; é a expectativa de rentabilidade o determinante – “é isso que manda na tecnologia”.

Outros respondentes de organizações do sistema governamental relatam que se

estivessem na liderança de uma empresa, visariam a vantagem, a distância sobre os concorrentes pela inovação radical, as quais poderiam ser buscadas mediante utilização de nanotecnologias e biotecnologias, por exemplo. Segundo aqueles, hoje há pouca inovação nas empresas ou apenas incremental. Empresas de alguma forma já comprometidas com inovação demandam ao Estado, a formulação e implementação de políticas com foco no apoio à inovação, visando investimentos estratégicos para garantir crescimento do conhecimento nacional, sob controle nacional.

Outro entrevistado do governo menciona, que na liderança de uma empresa aumentaria sua propensão ao risco para elevar a rentabilidade, realizaria planejamento de estratégias tecnológicas e buscaria parceiros; “enganando” o governo. Além disso, procuraria a cooperação com uma instituição de ciência e tecnologia - ICT para obter menores custos: “porque é barato – já está lá”.

No que concerne ao sistema de mídia, um dos entrevistados do governo vê a mídia ainda como enviesada, uma vez que parte da mídia é prisioneira do discurso nacionalista à moda antiga, da substituição de importações. Como exemplo, cita o tratamento conferido aos medicamentos genéricos produzidos no país. Caso ocupasse posição de liderança nas organizações do sistema de mídia, estabeleceria forte diálogo e interação com o sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação, de modo a dar credibilidade ao êxito do conhecimento nacional, como forma de “difusão da consciência da necessidade de factibilidade de inovações radicais”.

Outra organização governamental entrevistada assinala que a mídia veicula para conquistar platéia, e que para fazer educação pública via mídia, a dificuldade é enorme, tanto em conhecimento popular quanto tecnológico. Por exemplo, é indiferente veicular um programa “Big Brother” ou um programa sobre fusão nuclear; uma Rede Globo realizaria um programa “Globo Repórter” sobre células-tronco, caso obtivesse bons resultados na audiência, repetiria o tema, caso contrário, nunca mais trataria do assunto. Cita ainda outro exemplo, mostrando que hoje, a notícia é o perigo da energia nuclear, antes era a vantagem/segurança da mesma – “a verdade da mídia é a linguagem do IBOPE”. Esse entrevistado, se na liderança de uma empresa de mídia não estabeleceria

relações com nenhuma empresa, instituição de ciência e tecnologia - ICT ou organização governamental, mas “com aquele capitalista que fosse mais convincente para ganhar dinheiro e fazer propaganda de contribuição para a sociedade”.

- sistema de ciência e tecnologia

A visão de alguns entrevistados do sistema de ciência e tecnologia sobre a estratégia de atuação de uma instituição de ciência e tecnologia - ICT ressalta a importância de adotar uma "gestão empresarial" e de trabalhar como empresa na universidade, para poder adquirir os insumos necessários para a realização de seus projetos. Por exemplo, para desenvolver suas pesquisas em renováveis, criaria laboratório de combustíveis e venderia análises, já que “o que vende é *commodity* e não o conhecimento”. Mesmo os recursos governamentais disponíveis para C,T&I são muito maiores para análises do que para estudos e pesquisas.

No que diz respeito ao sistema governamental, organizações entrevistadas do sistema de ciência e tecnologia sustentam que não há políticas governamentais para incentivar inovações radicais e também que não há informações para a sociedade para que ela saiba discernir. “Há barreiras enormes, não é só jogo de interesse de negócios. Como não tenho força para jogar, não tenho sociedade de discernimento. Por exemplo, grupos econômicos não deixam o aeromóvel". Um dos entrevistados de uma instituição de ciência e tecnologia – ICT sustenta que as escolhas e decisões no sistema governamental são políticas e não tecnológicas, citando que “governos populistas não consideram a inovação”. Caso comandasse uma organização do sistema governamental com missão de estabelecer políticas de inovação, esse entrevistado adotaria “um modelo antropocêntrico, fundamentado pela definição de cultura de Leonard-Barton[117]”.

Outro entrevistado do sistema de ciência e tecnologia, se em posição de comando no sistema governamental, investiria na formulação e operacionalização de políticas e estratégias de gestão de integração da infra-estrutura de conhecimento, do “*mix* de

---

[117] Para Leonard-Barton, “cultura é o conjunto de soluções criadas por um determinado segmento e que são suficientemente válidas para serem passadas às gerações futuras”.

conhecimento codificado, tácito e *insights*", uma vez que existe "arsenal" no Brasil, mas falta "costura" ou gestão do conhecimento.

Um dos entrevistados do sistema de ciência e tecnologia aponta que o Ministério da Ciência e Tecnologia, bem como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes não valorizam a produção brasileira de conhecimento, mas o que é realizado no exterior. Por exemplo, periódicos acadêmicos brasileiros e estudos de casos brasileiros não são valorizados por essas organizações governamentais.

Quanto aos renováveis, as organizações do sistema de ciência e tecnologia entendem que não há política governamental de inovação orientada para o tema. Segundo os entrevistados, desde 1991, o Brasil está letárgico no assunto mudança de base de matérias-primas de fósseis para renováveis, apesar de instituições como a Escola de Química/UFRJ serem consideradas atualmente como referência mundial em pesquisa de etanol de segunda geração. Conforme os entrevistados, o Brasil foi pioneiro na produção de etanol por decisão de empresário e não por política governamental, como mostra o período de estagnação da produção de etanol em função do preço do açúcar no mercado externo. Para eles, faz-se necessária uma conscientização da sociedade brasileira com relação aos benefícios dessa mudança, na medida em que é vocação natural do Brasil, a atuação em renováveis, e o assunto já é tratado por países desenvolvidos.

Assumindo posição de liderança de organizações do sistema governamental, os entrevistados do sistema de ciência e tecnologia indicam que optariam por políticas que favorecessem o trabalho de modo integrado entre os diferentes atores do sistema de ciência e tecnologia. Como exemplos, citam que: o fomento à formação de redes de pesquisa é muito mais direcionado ao aumento da quantidade de redes e de organizações nas redes do que ao trabalho integrado; a Financiadora de Estudos e Projetos - Finep não está cumprindo sua parte por não monitorar e não cobrar resultados, apenas acompanhando se o equipamento solicitado foi ou não adquirido; a Agência Nacional do Petróleo - ANP também não cumpre sua parte no que concerne às participações especiais previstas na Lei do Petróleo e tratadas pela agência, na medida em que "não monitora, mas patrulha", apesar do modelo concebido ser favorável ao

desenvolvimento de C,T&I no modelo "*triple helix*[118]" destacado na política, o papel dos atores não é definido. Adicionalmente, mencionam o exemplo de a Petrobras ser mal vista no setor sucroalcooleiro, como querendo impedir o desenvolvimento da indústria de açúcar. Apesar da presença cada vez maior do etanol na matriz de combustíveis, a Petrobras não conseguiu operar uma destilaria no Brasil, está nos Estados Unidos. "A prática é espírito de porco e não espírito de corpo".

Com referência ao sistema empresarial, entrevistados do sistema de ciência e tecnologia apontam que as empresas nacionais não têm autonomia e nem visão nacionalista, como expressa a declaração de um dos respondentes: “Empresas nacionais são vendidas, servem aos cartéis internacionais, não há visão nacionalista. Forças tecnológicas exógenas e muito dinheiro comandam a indústria nacional”. Se desempenhassem papel de liderança em uma empresa dedicar-se-iam à realização de levantamentos, visitas técnicas, análises técnicas, busca de oportunidades, como por exemplo, uma *joint-venture* para uma especificidade técnica de interesse da empresa, ao invés de realizar escolhas, em sua maior parte “políticas”.

No que concerne à indústria petroquímica com interesse em investir no tema renováveis, as organizações consultadas do sistema de ciência e tecnologia percebem a Braskem como empresa líder na indústria - “A Braskem domina a petroquímica e também a Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM”; e ainda como um demandante da universidade para o desenvolvimento em escala-piloto de suas pesquisas, em movimento semelhante ao da década de 1980, onde a Financiadora de Estudos e Projetos - Finep apoiava a transferência da pesquisa da universidade para a empresa.

O sistema de ciência e tecnologia, na voz de um dos entrevistados, na condição de líder de uma empresa da indústria química com foco em renováveis, considera a participação em associações de empresas e de classe como muito importante, por exemplo, na Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM, no Instituto Brasileiro do Petróleo -

---

[118] O modelo "triple helix" introduzido por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff, em 1996, considera essencial o papel do conhecimento resultante da interação empresa-universidade-governo (as três hélices) na dinâmica da inovação. (Leydesdorff e Etzkowitz, 1996)

IBP, na Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras - ANPEI.

Quanto ao sistema financeiro, os entrevistados do sistema de ciência e tecnologia entendem que para estabelecer políticas, estratégias, programas de investimento em renováveis faz-se necessária, a elaboração de muitos estudos.

Um dos entrevistados do sistema de ciência e tecnologia, ocupando o posto principal de uma instituição financeira, estabeleceria “regras de capital de risco”. Por exemplo, segundo o entrevistado, é na incubadora que acontece a inovação radical, portanto incubadora "precisa de muito carinho".

Com referência ao sistema de mídia, o sistema de ciência e tecnologia tem a mídia como importantíssima para a inovação radical. Tanto da mídia do senso comum quanto da mídia especializada, as organizações do sistema de ciência e tecnologia esperam uma atitude “ética”, mas constatam que “tem-se uma mídia política, com poderes acima dos Trigueiros” (André Trigueiro, jornalista "âncora" da Globo News) e observam que o Brasil “paga notícias e traz de fora, inclusive sobre combustíveis”, conforme declarado por um dos entrevistados. Citam como exemplo, que as ações governamentais na mídia não são para divulgação de fontes renováveis como matérias-primas em substituição às fósseis, mas para “biodiesel para o Nordeste”. Os entrevistados entendem que o papel da mídia é de se opor, mas que não o faz, sendo que um deles indica que não há mídia do senso comum no Brasil, uma vez que “só publicam desgraças".

Caso os entrevistados do sistema de ciência e tecnologia estivessem em posição de direção no sistema de mídia implementariam estratégias de divulgação de tudo que está sendo feito no Brasil em renováveis, por todas as organizações – empresas, universidades, governo. Por exemplo, pesquisas na Escola de Química/UFRJ, na Universidade de São Carlos, no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, na ABIQUIM (*e.g.*, Programa de Atuação Responsável). Segundo um dos respondentes, todos os países estão vislumbrando a sustentabilidade, mas a imagem associada à indústria química é de que esta apenas polui; a mídia não enxerga, por exemplo, que “é a

química que faz a química verde”. Os integrantes do sistema de ciência e tecnologia incentivariam parcerias entre o setor agrícola e a indústria química, com objetivo de ocupar espaço na mídia, por exemplo, apresentando matérias sobre biorefinarias, sucroquímica, sobre resíduos de poluição sendo transformados em matérias-primas, mitigando o uso de fontes fósseis, como carvão e petróleo, bem como sobre “a vocação do Brasil para o verde".

- sistema de mídia

No que concerne ao sistema de mídia, o periódico entrevistado não é demandado pela grande mídia, o periódico é dedicado ao acompanhamento da política científica, tecnológica e de inovação, e do pensamento da comunidade científica; o contato é realizado diretamente com as instituições de ciência e tecnologia. A grande mídia consulta esporadicamente o periódico e o periódico faz uma varredura da grande mídia, mas sem se pautar por ela. Com relação ao tema renováveis, este “é tema de vitrine”; o periódico trata do assunto renováveis diariamente.

Se no comando de uma empresa, o entrevistado do periódico seria fonte para fazer expressa a política científica, tecnológica e de inovação no pensamento da comunidade científica.

Quando em liderança em um Ministério de Ciência e Tecnologia, o entrevistado do periódico mencionou que sua interlocução seria com o periódico, ao invés de interagir com diversas instituições da comunidade científica.

Em uma organização do sistema de ciência e tecnologia, o entrevistado do periódico indica que tomaria o periódico como espaço para divulgação e não para informação, “como canal para chegar à comunidade científica, como palco para divulgação.”

Na liderança de uma empresa de capital de risco, o entrevistado do periódico se voltaria mais para mídia ligada à economia e não para o periódico.

No que concerne à emissora de televisão TV pública, conforme o entrevistado, esta é fundada na promoção da cidadania e na educação, ou seja, na formação do cidadão. A TV pública não tem concorrentes diretos, na medida em que os modelos de negócios são diferentes. A televisão comercial é baseada em contratos de propaganda, para obter recursos financeiros. Outras emissoras públicas, como TV Futura e TV Brasil, estão embasadas em trocas comerciais, em escambos de programação. A televisão pública entrevistada tem como vantagens, a *expertise* e o parque técnico para formação de quadros.

O entrevistado da televisão pública menciona que a emissora era responsável pela produção editorial para a Secretaria Municipal de Educação, em mídias impressa e digital (*e.g.*, livros para o ensino básico, *pendrive* com programação de livros, livros de PET reciclado, contratos *turn-key* para filmes – integrando todas as mídias). Mas atualmente, não atua na produção, somente na distribuição e, com viés político partidário. A proposta de maior autonomia de decisão ("limpar o cabide para profissionalizar a gestão") não foi considerada.

<u>Visão sobre o posicionamento do Brasil em termos de potencial para o desenvolvimento de inovações radicais</u>

- sistema empresarial

Nas palavras de integrantes do sistema empresarial, o Brasil deve transformar conhecimento em tecnologia. As pesquisas realizadas devem proporcionar ganhos para a sociedade. A pesquisa "não pode ter como resultado o brio do pesquisador", mas ter como objetivo, um produto que entregue receita para a sociedade. O Brasil deve se comparar a China, Índia e Coréia, que "viraram o jogo" por meio de pesquisa muito mais na indústria do que na academia. O Brasil deve apoiar não apenas pesquisadores, mas também alunos estagiários.

Também, segundo as empresas, é necessário compartilhamento de riscos, por exemplo, financiamento governamental e capital de risco privado, como é feito no exterior - "É o que

há lá fora". Sob a ótica de um dos entrevistados, o modelo de Lei da Inovação adotado pelo Brasil exige participação de instituições de ciência e tecnologia - ICTs, onde o foco é maior na ciência do que na tecnologia, como é característico das ICTs. Porém, para a empresa esse foco é fator inibidor para realização de parcerias. A interdependência exigida entre empresa, ICT e governo é muito grande, mas a interface entre essas instituições é fraca, já que as apostas são diferentes. O aporte de recursos financeiros governamentais para inovação nas empresas é pequeno, o conhecimento tácito da empresa deveria ser considerado - “Há um aporte intelectual muito grande fora da instituição de ciência e tecnologia”.

Para o sistema empresarial, não existe política governamental direcionada para incentivar o desenvolvimento de inovações radicais. Por exemplo, as políticas deveriam buscar "idéias muito loucas". No empresariado, segundo os entrevistados, há indícios de mudança em tais políticas, entretanto sem ainda se refletir na aplicação de recursos financeiros. Desse modo, não há recursos financeiros disponíveis no mercado para desenvolvimento do novo. “O inovador é refém dos órgãos, dos interesses”. Muitos são considerados “loucos” para o empresário, mas também há resistência nas universidades. “É uma briga de egos, quase não há moeda de troca, mesmo sendo ‘amigo’”.

Um dos entrevistados do sistema empresarial constata que em todos os sistemas institucionais falta maturidade para inovação - a inovação é desprestigiada, assim como a educação. Tal respondente aponta que falta “catequização” de empresários, governos e mídia. Como exemplo, cita que: o pesquisador na empresa deve seguir as regras da empresa, mas não deve ficar escravizado ao pensamento da empresa; a mídia está mais perto das empresas, na medida em que repete a "mesmice" dos empresários, "não vira o balde", "só ensina o empresário a ganhar dinheiro, não discute área de conhecimento. Para esse entrevistado, a inovação radical se dá na interface de áreas de conhecimento, por exemplo, “Física mais Filosofia mais Software”.

Com respeito a renováveis, na perspectiva do sistema empresarial, o Brasil está atrasado em investimentos em C,T&I no tema. Há, por exemplo, “um buraco no *scale-up* no Brasil”, na fala de um dos entrevistados.

- sistema financeiro

Na visão de uma das organizações consultadas do sistema financeiro, o Brasil é “imitador de segunda categoria” e não empreende esforços para ser ”imitador de primeira categoria”, posição esta que é ocupada pelos asiáticos. O Brasil “parece fadado a ser liderança em commodities, cabeça de rede das cadeias de inovação de fornecedores de insumos, cabedal de conhecimento dessas indústrias”, conforme um dos entrevistados. Cita ainda, que a aposta brasileira "em branco" no longo prazo acontece onde já existem ativos consolidados, como é o caso da empresa Braskem.

Para um dos entrevistados do sistema financeiro, hoje o Brasil começa a ter possibilidade de inovar radicalmente, apesar da economia ainda estar desorganizada, na medida em que existem no Brasil, empresas sólidas, líderes em segmentos importantes, como por exemplo, a Vale, que ainda não direcionou investimentos para o desenvolvimento de potenciais inovações radicais. Quanto às empresas químicas, Braskem, Petrobras, por exemplo, a importação “foi o *driver* de tecnologia”. Contudo, estas empresas investem em tecnologia, como é o caso da Petrobras, com o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello - Cenpes, o que pode favorecer o desenvolvimento de inovações radicais. O entrevistado assinala que o Brasil não tem histórico de importar pessoal de alto nível, dos Estados Unidos e da Europa. Sugere que o pesquisador brasileiro ao se qualificar no exterior deveria trazer alguém de alto nível para o Brasil, uma vez que as empresas também realizam ganhos com os recursos humanos e não somente com publicações acadêmicas e patentes.

Outro entrevistado do sistema financeiro aponta que para o desenvolvimento de inovações radicais no Brasil é crucial o investimento em educação. Tal processo é também favorecido pela realização de parcerias efetivas entre empresas e universidades, desde que estas vejam os recursos financeiros de empresas como parceria e não como ameaça.

Para o sistema financeiro, tanto o investidor como a mídia podem induzir/inibir inovações

radicais, e nesse sentido, os entrevistados apontam a importância de questões éticas. Como exemplo, um dos entrevistados cita a biotecnologia (*e.g.*, células tronco) como área de conhecimento potencial para desenvolver inovações radicais, “porém com ética”.

- sistema de ciência e tecnologia

De acordo com um dos entrevistados do sistema de ciência e tecnologia, para o Brasil inovar radicalmente, torna-se necessário investimento em cultura, na concepção de Leonard-Barton, desdobrado nos itens: ser humano, conscientização, conhecimento tecnológico (saber empírico) – invenção e inovação, ambiente inovador (valorização do ser humano, reconhecimento não financeiro), fidelidade ao conhecimento e cooptação das novas gerações que chegam com uma visão deturpada.

Quanto aos renováveis, na perspectiva do sistema de ciência e tecnologia, ainda não se trata de substituição da base de matérias-primas de fósseis para renováveis na indústria química, pois o que vem sendo praticado no Brasil ainda é a tradicional alcoolquímica. Por exemplo, para um dos entrevistados, o plástico verde da Braskem é resultado de uma otimização da tecnologia com aproveitamento de um nicho de mercado. “O polietileno verde não vai substituir o polietileno petroquímico; tudo depende de vontade política”. Além disso, para o respondente há ainda questões, como por exemplo, a disponibilidade de biomassa para produção economicamente viável em grandes escalas.

Ainda segundo esse entrevistado, com o crescimento de veículos bicombustíveis (*flex fuel*), a indústria automobilística é quem determina a produção de etanol em substituição à gasolina, ou seja, a demanda de combustível é determinante da produção de etanol, “senão a produção é de açúcar”.

Além disso, a produção de etanol no Brasil, ainda “é muito mais para combustível e menos para biorefinaria”, “biorefinaria somente com vontade política”. O modelo de biorefinaria é restrito a baixas capacidades, na medida em que é a produção de combustíveis que puxa a diversidade dos produtos obtidos, de acordo com um dos consultados. “Os investimentos estão voltados para o “pré-sal” e o Brasil, em

combustíveis depende da Petrobras. Na Escandinávia, as matérias-primas renováveis vêm da indústria de papel; na Ásia, o modelo predominante é a oleoquímica". Já a produção de ácido succínico, por exemplo, é sucroquímica e não alcoolquímica, mas o Brasil está atrasado na produção de intermediários, principalmente em escala comercial. A produção de insumos químicos de base renovável é muito mais para a petroquímica tradicional, e pode ser constatado, por exemplo, que a produção de insumos para a indústria farmacêutica ainda não é fato no Brasil.

Segundo outro entrevistado, a inovação em renováveis não é global, mas regional - "renováveis são antiglobalização; cada segmento terá uma inovação, por exemplo, dimetil-éter de carvão; não haverá panacéia".

O sistema de ciência e tecnologia sugere a Petrobras, como uma das empresas brasileiras em condições de contribuir para a mudança de fontes de matérias-primas da indústria química de fósseis para renováveis. Entretanto, a estratégia atual de atuação da Petrobras tem a exploração da camada do pré-sal como prioridade, e não a pesquisa em renováveis.

Segundo os entrevistados do sistema de ciência e tecnologia, há avanços no que concerne ao posicionamento do país em termos de inovação - "As empresas estão mais ativas e o governo aumentou investimentos". Contudo, as políticas governamentais de inovação não são concebidas no âmbito de uma visão sistêmica de país, mas são ainda fragmentadas, visando ganhos individualizados para as diferentes instituições. "O Brasil ainda pensa empresas – Petrobras (pré-sal), Braskem (sustentabilidade para ser *player* internacional petroquímico), e não país". "São necessários investimentos pesados do governo, da academia e das empresas e formação econômica para saber como monitorar "*triple helix*", como fazer o todo somar". "Falta espírito de corpo".

- sistema governamental

Conforme entrevistados do sistema governamental, o desenvolvimento de inovações radicais é um desafio que o Brasil tem que enfrentar. Segundo um dos consultados, há

uma conformação estrutural não amigável à inovação radical. “O Plano de Ação em Ciência e Tecnologia e Inovação - PACTI é incompatível com a política econômica atual”; “apesar do Brasil está avançando, o resultado até agora tem saldo ambivalente, pois a política macroeconômica ainda induz ao circuito financeiro da acumulação”. De acordo com o entrevistado, nos anos 1990, houve distanciamento das políticas de desenvolvimento – “o estado de direito foi montado em um contexto de crise, com diminuição do financiamento público, e este, visto como uma das práticas ilícitas da ditadura, gerou sistema de controle não indutor de processos de inovação”. Como exemplo, pode ser citado o tratamento conferido aos recursos na modalidade subvenção, oriundos da Financiadora de Estudos e Projetos - Finep, que são tratados pela Receita Federal como ganhos das empresas, e não como o Estado compartilhando riscos.

Para o sistema governamental, a solução dessa tensão é a chave, por exemplo, para o Brasil assemelhar-se à China, mas o Brasil deve ser inovador e não seguidor, como a China, na visada dos entrevistados do sistema governamental. “O Brasil tem condição estrutural diferente dos países centrais. Não é fatalidade o exemplo da China ou da Coréia”. De acordo com um dos entrevistados, à exceção da Petrobras, o Brasil não abriga na condição de matriz, grandes empresas centralizadas capazes de estruturar um modelo de desenvolvimento semelhante ao chinês, onde as empresas adquirem todo conhecimento, para combiná-lo, desenvolver e vender.

Sob a ótica do sistema governamental, as fronteiras não estão delineadas para promover políticas de fomento à inovação radical, na medida em que a efetividade dessas políticas depende de um ambiente que estimule o risco. “A incerteza é uma dimensão importante da inovação radical, que o Estado pode promover se compartilhar. Mas há alto grau de financeirização que inibe a inovação radical, que garante ganhos com aplicações financeiras, sem alimentar uma pré-disposição para o desenvolvimento de inovação radical”. Para mostrar que investimentos mesmo em atores já existentes dependem de forte interação no âmbito do Estado, um dos entrevistados cita o exemplo da internet, que foi resultado de investimentos conjuntos do Estado norte-americano e de uma empresa da área de defesa.

De acordo com o sistema governamental, o Estado tem elevado grau de interferência nas empresas e elevado papel de indução de inovações radicais no Brasil, mas a política macroeconômica atual cria ambiente desfavorável para geração de inovações potencialmente radicais nas empresas, como por exemplo, as taxas de juros mais elevadas e os retornos lastreados em títulos públicos. “O Estado assegura ganhos financeiros tolhendo inovações radicais, como demonstram os resultados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica - Pintec, onde as inovações são resultado de adaptações e da aquisição de máquinas e equipamentos”.

O sistema governamental reafirma a importância do papel do Estado para o desenvolvimento de inovações radicais. “Qualquer política efetiva para inovação radical tem que envolver indução estatal, depende de formulação estratégica que valorize a autonomia tecnológica”. No caso de renováveis, para o sistema governamental, o investimento na produção de etanol, por exemplo, não nasceu de uma “evolução sistêmica para a inovação”, mas “foi desenhado com intervenção pública, para diversificação da matriz energética e agora, o apelo é sustentabilidade”.

Para que o país se posicione como potencial desenvolvedor de inovações radicais, o sistema governamental sugere uma reconfiguração da máquina estatal, com convergência, integração e integridade para a inovação radical, superando também a dificuldade de diálogo no interior da própria máquina do Estado, procedendo a uma “ruptura de integrar desenvolvimento estrutural para gerar conteúdo nacional desenvolvimentista”. Além disso, uma permanente articulação de desenho de instrumentos combinados para aumento do conhecimento nacional que pode levar a inovações radicais.

Um dos entrevistados do sistema governamental sugere que para fomentar inovações potencialmente radicais, o governo efetue aportes significativos e estabeleça relação muito forte com empresas e, a partir delas, com universidades. Mas sem deixar de lado a pesquisa pura, a teoria, “a pesquisa neutra". "Colaria nas empresas, para trazer tecnologias e ampliar gastos direcionados para a inovação radical”, na medida em que a inovação incremental já é realizada com sucesso.

Outro entrevistado do governo “faria algo significativo”, por exemplo, o trem de alta velocidade – aquisição de conhecimento que não é incremental para o Brasil, mas que soluciona transporte público. Para esse entrevistado, não se trata de inovação radical ou incremental, mas de gradações. Por exemplo, o governo brasileiro desconhece o que acontece nas empresas, tanto no que concerne à capacidade atual e futura de desenvolver inovações, quanto no grau de risco envolvido, e assim, não oferece participação – “Não sabe se é radical ou incremental ('gato ou lebre'), tem deficiência na capacidade de fazer política”. Segundo o entrevistado, o investimento em tecnologia é função de rentabilidade e risco. A presença do Estado deve ser maior no risco elevado, e menor na rentabilidade. – “é keynesiano”.

Outro entrevistado do sistema governamental pergunta “como nasce o novo”, e constata a ausência de reposta para isso, mas afirma que há uma certeza, “não há inovações sem pessoas que quebram regras, que avançam além do estabelecido”. Para o respondente, qualquer explicação que não considerar pessoas “fica muito débil”. Ainda segundo esse entrevistado, o Brasil tem história científica pequena, assim como baixa capacidade de massa crítica, “as experiências são recentes; o Brasil tem dificuldade de criar massa de inteligência para formar cultura de inovação, desde a adolescência, a infância”.

- sistema de mídia

No sistema de mídia, o entrevistado do periódico partiria do genérico dado pela comunidade científica – “Inovação radical não é buscada; como na definição, é genérica”. Por exemplo, segundo o entrevistado, celulares diferentes em uma loja de uma operadora não são inovações, apenas mudança de modelos. Da mesma forma, “os automóveis Volkswagen, modelos fusca 1200, 1300, a álcool – não se tratam de inovações. O marketing criou o termo e o conceito inovador para isso”.

De acordo com o periódico, é comum o discurso de um ministro de Ciência e Tecnologia afirmar que empresário não investe em inovação radical. Mas o empresário “não tem porque investir muito para receber pouco no longo prazo”, uma vez que a visão do

empresário é obtenção de lucro imediato, conforme o entrevistado. “Para o empresariado brasileiro, se um projeto demanda despesas, não prevê lucro no curto prazo e o resultado é duvidoso, não há porque investir nesse projeto. Em um projeto de inovação, o resultado não é garantido”. A prioridade da empresa é investir em maquinário, mão-de-obra, sabendo que tal investimento às vezes propicia retorno, de acordo com o respondente.

Para a televisão pública, são necessárias políticas de Estado e recursos a fundo perdido, para que o Brasil se insira na lista de inovadores radicais – “Como nos ‘Doze Contos Peregrinos’, de Gabriel Garcia Marques; para o autor ter os doze contos, escreveu quarenta e oito, e tomou a decisão de jogar trinta e seis fora, em nome de uma escrita maior”. Para o entrevistado é necessário fazer escolhas: “inspiração, criatividade, genialidade, um trabalho de carpintaria, disciplina. Pode errar muito, Mozart jogou muito trabalho fora, mas fez escolhas”. Além disso, é necessária formação - ensino de qualidade, do básico ao universitário. Em suma, conforme o entrevistado da emissora de televisão pública, para desenvolvimento de inovações potencialmente radicais são necessários, “boas escolas, boa formação, recursos a fundo perdido, ou seja, políticas públicas”.

APÊNDICE D - ALGUMAS DECLARAÇÕES DOS ENTREVISTADOS NA PESQUISA DE CAMPO INTEGRANTE DO ESTUDO DE CASO ILUSTRATIVO DA APLICAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO CONCEBIDO

O Quadro 23 - Virtualidades que explicam uma dada configuração estrutural sistêmica reúne declarações literais dos entrevistados que mostram que a coesão de um sistema é dada por virtualidades que sustentam uma determinada conformação sistêmica como um campo unificado, e que são dadas antes do sistema ser reconhecido enquanto tal.

Quadro 23 - Virtualidades que explicam uma dada configuração estrutural sistêmica

sistema	**declarações literais dos entrevistados**
empresarial	um pouco de cada rota para não depender do humor do petróleo. alguém viu, alguém falou, o vento sopra para lá, então eu vou para lá. as pesquisas realizadas […], não podem ser pelo brio do pesquisador, mas têm que ter como objetivo um produto que entregue receita para a sociedade. é necessário o compartilhamento de riscos, por exemplo financiamento governamental e capital de risco.
financeiro	o tema inovação é considerado de acordo com os gestores da instituição, atualmente adquire relevância e há recursos destinados ao tema. o inovador tem diferentes culturas, e também as experiências são diferentes. há dificuldades, mas entusiasmo. reinventar é também saber o que está acontecendo. na avaliação faz-se uma psicanálise com o dono, verifica-se a inteligência emocional por detrás do *business plan.* a Braskem pode ser usada para generalizar o Brasil – tem estratégia de seguidor rápido; o Brasil também é seguidor rápido, as empresas, o governo, as pessoas. o Brasil é imitador de segunda categoria, não empreende esforços para ser imitador de primeira categoria. por exemplo, a relação com a Finep é baseada em negociações. a empresa não acredita em políticas e políticos.
de mídia	o “marketing” criou o termo “inovador” para designar, por exemplo, diferentes tipos de aparelhos celulares em um revendedor ou diferentes modelos de um automóvel (“fusca 1200, 1300, a álcool”). por exemplo, a máquina do tempo, o laser invisível ou o colchão magnético não teriam espaço, porque não têm visão científica. a escolha dos temas é feita com base no assunto que está sendo analisado na política científica. No caso de um tema não pertinente diretamente à política, a critério do editor. o Conselho impede a exibição de programas fora do paradigma, para não desfigurar o clássico da TV. o diretor executivo tem autonomia sobre a grade de programação e também autonomia financeira; mas a execução deve estar em conformidade com as diretrizes e deve prestar contas ao conselho.

Quadro 23 - Virtualidades que explicam uma dada configuração estrutural sistêmica – cont.

governamental	há um sistema transversal perpassando agendas e instâncias governamentais, mas isso gera problemas de articulação. a cabeça das ICTs ainda é de substituição de importações. por exemplo, o INPE faz uso da Lei da Inovação para substituição de importações quando deveria usá-la para ser o melhor do mundo na parafuseta. o Brasil deve ser inovador e não seguidor. o Brasil tem condição estrutural diferente dos países centrais; não é fatalidade o exemplo da China ou da Coréia. o financiamento público visto como práticas ilícitas da ditadura gerou sistema de controle não indutor de processos de inovação. o Brasil está avançando em termos de capacidade de inovação, mas tem saldo ambivalente, com a política macroeconômica que induz ao circuito financeiro da acumulação. a mídia ainda é enviesada. há uma conformação estrutural não amigável à inovação radical. as fronteiras não estão delineadas para promover políticas de inovação. investimentos em atores já existentes dependem de forte interação com Estado; por exemplo, a internet foi resultado do Estado norte-americano mais empresa da área de defesa. o etanol não nasceu de uma evolução sistêmica para a inovação, mas por intervenção governamental para diversificar a matriz energética. o Estado assegura ganhos financeiros, tolhendo inovações radicais. qualquer política efetiva para inovação radical tem que envolver indução estatal, depende de formulação estratégica que valorize a autonomia tecnológica. o PACTI é incompatível com a política econômica atual. o papel do INPI não é de anotador, mas de sinalizar para a sociedade que tipo de ativo intangível é importante para o desenvolvimento do país. a divisão do trabalho prejudica muito; forças moderadas que atuam sobre os jovens, não são transgressoras. incentivaria empresas para manutenção de equipes permanentes de P&D; são elas que fazem estratégias tecnológicas – é P&D mesmo. a avaliação com base em êxitos individualizados dificulta a criação de sinergias, não há desprendimento do individual para o coletivo. sistema transversal perpassando agendas e instâncias governamentais, impondo-se a questão da coordenação da política. se FNDCT é x% energia, y% saúde, etc., a ação deve ser coordenada com os ministérios estratégicos (Defesa, Energia, Saúde), que trariam suas prioridades e investimentos em infra-estrutura. empresa busca ICT porque é barato – já está lá; na empresa, no capitalismo, ninguém é bonzinho. investimento em tecnologia é função de rentabilidade e risco. A presença do Estado é maior no risco elevado e menor na rentabilidade - é keynesiano. como nasce o novo? não há resposta para isso, mas há uma certeza, não há inovações sem pessoas que quebram regras, que avançam além do estabelecido; qualquer explicação que não considerar pessoas fica muito débil. as universidades norte-americanas foram construídas para máximo conhecimento, para “fazer algo para algo”; para resolver/equacionar problemas gigantes. o padrão de geração de inovação que sustenta os Estados Unidos salva a economia; a base se sustentação da inovação são as universidades inovadoras. No Brasil, isso não ocorre; acredita-se que a inovação se dá fora da economia. Isso é uma ideologia que muito atrapalha.

Quadro 23 - Virtualidades que explicam uma dada configuração estrutural sistêmica – cont.

de ciência e tecnologia	mesmo na universidade, a estrutura organizacional é para a inovação incremental porque faz o que a indústria necessita. a década de 1990 foi perdida e 2010-2020, ainda é estruturada para inovação incremental. o país, com renováveis, não fica vulnerável ao preço do petróleo, a fontes esgotáveis, como o petróleo e a conflitos globais, por exemplo. atualmente a organização se encontra engessada; a proposta atual é espetáculo e não inovação. quanto a inovações fora do paradigma, a ordem para pensar fora da caixa é sem fundamento. carta branca para ousar e passar a crença adiante, mas há descrença na organização. governos populistas não consideram a inovação. as decisões são políticas e não tecnológicas. não há políticas governamentais para incentivar inovações radicais; não há informações para a sociedade para que ela saiba discernir; há barreiras enormes, não é só jogo de interesse de negócios. existe arsenal no Brasil, mas falta "costura", gestão de integração da infra-estrutura de conhecimento, falta gestão do conhecimento, do mix de codificado, tácito, insights. faz-se necessária uma conscientização da sociedade brasileira. a prática é espírito de porco e não espírito de corpo. forças tecnológicas exógenas e muito dinheiro comandam a indústria nacional. a Braskem domina a petroquímica e também a Abiquim. as ações governamentais não são para propaganda de fontes renováveis como matérias-primas em substituição às fósseis; a propaganda é somente para biodiesel e para o Nordeste. a Braskem, por exemplo, pratica o que os autores de propaganda dizem. o polietileno verde não vai substituir o polietileno petroquímico, tudo depende de vontade política. os investimentos da Petrobras estão voltados para o “pré-sal” e o Brasil, em combustíveis, depende da Petrobras. são necessários investimentos pesados do governo, da academia e das empresas e formação econômica para saber como monitorar a "triple helix", como fazer o todo somar. o Brasil foi pioneiro na produção de etanol por decisão de empresário; a produção de etanol ficou estagnada em função do preço do açúcar no mercado externo.

O Quadro 24 - Facilitadores/Inibidores da mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química, incluído a seguir, agrega declarações literais dos entrevistados que indicam fatores que favorecem e que inibem o potencial para inovação radical embutido na mudança de fontes de matérias-primas fósseis para renováveis na indústria química brasileira.

Quadro 24 - Facilitadores/Inibidores da mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química

Facilitadores	Inibidores
empresas sinalizam reforçar cada vez mais seus investimentos em renováveis, na medida em que as rotas biotecnológicas vêm se mostrando viáveis economicamente; ainda que um nicho, clientes de resinas plásticas de origem renovável pagam preço *premium* conforme estabelecido pelas empresas produtoras brasileiras, provavelmente em função de benefícios intangíveis, como imagem, uma vez que o custo do plástico "verde" pouco representa no custo final do produto; há indicação que haverá biomassa suficiente para grandes escalas; uso da cana-de-açúcar como base dos investimentos brasileiros em renováveis: "a cana-de-açúcar é matéria-prima para qualquer coisa, só é usada 1/3 da massa; no Brasil, desse 1/3, metade é usada para produção de açúcar e metade para produção de etanol; a sobra, os 2/3 são bagaço e farelo – as lignoceluloses"; o Brasil é um dos líderes para a produção de etanol de segunda geração, que é um caminho sem volta: há várias concepções e existe conhecimento no país, mas falta implementar; já existe uma planta-piloto na América Latina, com tecnologia da EQ/UFRJ e Petrobras; a tecnologia hidrólise enzimática, de segunda geração, é uma inovação interessante, dado que no passado a hidrólise química produzia subprodutos não fermentáveis; há no Brasil instituições de C&T, como a EQ/UFRJ reconhecidas como referência mundial em etanol de segunda geração; há capacidades tecnológicas e produtivas acumuladas no Brasil, para permitir o consumo de insumos renováveis, como por exemplo, o etanol; a competitividade do etanol era pequena e transformou a cena, dada a juventude do conhecimento brasileiro; empresas químicas brasileiras demandam participação do governo para investir em inovações potencialmente radicais; ainda que sem comprometimento com o potencial para inovação radical embutido no uso de fontes renováveis na indústria química, há disponibilidade de recursos para direcionados para o tema; algumas organizações financeiras privadas consideram investir em inovações fora do paradigma;	empresas químicas brasileiras ainda mostram forte aversão ao risco; as empresas consideram investimentos em bioprodutos somente com base na rentabilidade no curto-médio prazo; e nesse prazo, há previsão de queda do preço do petróleo e consumidores de produtos de base renovável não estão dispostos a "pagar preço *premium*"; mesmo no mercado externo, o apelo renováveis ainda é um nicho; o critério de decisão de investimentos em inovação no sistema empresarial é apenas é econômico; riscos somente compartilhados com outros sistemas. falta no Brasil, tecnologia para biocatalisadores; os Estados Unidos são uma ameaça ao Brasil, na medida em que a produção norte-americana de etanol de primeira geração é maior que a brasileira; desde o início dos anos 1990, o Brasil está letárgico no assunto mudança de base de matérias-primas de fósseis para renováveis; não há políticas de Estado para estimular o uso de renováveis como insumo químico e nem para o desenvolvimento de inovações radicais; não há estratégias, políticas e recursos para incentivar parcerias entre as organizações dos diversos sistemas visando a substituição de fontes fósseis por renováveis na indústria química (ou mesmo o desenvolvimento de inovações radicais), e nem informações sobre o tema via mídia para permitir discernimento da sociedade brasileira, sobre as vantagens do uso de fontes renováveis, apesar do tema renováveis se fazer presente tanto na mídia especializada quanto na mídia do senso comum de forma genérica; falta de interesse da mídia especializada e do senso-comum nos temas renováveis e inovação radical no Brasil ("há necessidade de divulgação pela mídia de tudo que está sendo feito no Brasil em renováveis, por todas as organizações – empresas, universidades, governo"); falta de diálogo e interação entre o sistema de mídia e os outros sistemas, de forma a dar credibilidade ao êxito do conhecimento nacional e da factibilidade da inovação radical; falta de "neutralidade" do sistema de mídia; a política macroeconômica é incompatível com a indução de inovações potencialmente radicais; "há alto grau de financeirização", que garante ganhos com aplicações financeiras, sem alimentar pré-disposição para o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais;

Quadro 24 - Facilitadores/Inibidores da mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química - cont.

Facilitadores	Inibidores
organizações de todos os sistemas mostram disposição para reunir esforços visando ganhos para o país e não apenas individualizados, apesar de reconhecerem que a prática atual não induz o "espírito de corpo"; há organizações governamentais de fomento à inovação que defendem a complementaridade no uso de recursos públicos pelas ICTs; propensão da parte das empresas e ICTs para melhorar a discussão com o Ministério da Ciência e Tecnologia na gestão dos recursos; há reconhecimento do papel importante do sistema de mídia para a divulgação de ações em renováveis desenvolvidas pelas organizações dos diferentes sistemas; o tema renováveis se faz presente na mídia especializada e do senso comum, ainda que de forma genérica; o assunto renováveis já é tratado por países desenvolvidos e a sociedade brasileira está propensa a entender os benefícios dessa mudança; todos os países vislumbram a sustentabilidade; as condições geográficas do Brasil favorecem investimentos em renováveis; há compreensão por parte de diferentes organizações que o incentivo ao desenvolvimento de inovações radicais é resultado de jogo de interesses; compreensão manifestada por organizações de diferentes sistemas que o país, com renováveis, não se encontra vulnerável ao preço do petróleo, a fontes esgotáveis, como o petróleo e a conflitos globais, por exemplo; a inovação em renováveis não tem caráter global, mas regional ("glocal"): "renováveis são anti-globalização"; falta de consenso sobre o conceito de inovação radical constitui uma oportunidade para estruturação de um conjunto de políticas, estratégias e ações, que permitiriam ao Brasil superar os embargos para uma construção nacional para uma posição de fronteira tecnológica;	os investimentos públicos e privados para fortalecer a utilização de biomassas priorizam o uso como combustível e não como insumo químico; a indústria química brasileira ainda tem seus investimentos em inovação focados no petróleo e gás - o etanol, por exemplo, não é tratado como matéria-prima estratégica na indústria química; os investimentos iniciais na produção de etanol não foram desenvolvidos como uma ação sistêmica para inovação, mas como ação governamental para diversificação da matriz energética; da mesma forma, os investimentos para obtenção de insumos renováveis no âmbito do conceito de biorefinaria privilegia a produção de combustíveis e não de produtos químicos de base renováveis, já que a produção destes é restrita a baixas capacidades; além disso, os investimentos na obtenção de insumos químicos de base renovável estão mais voltados para a petroquímica tradicional; falta de visão sistêmica nas políticas de inovação no Brasil, que privilegiam ganhos individualizados e não ganhos coletivos; as políticas de Estado e mesmo as empresariais pensam o Brasil como empresas individuais: Embrapa, Petrobras (pré-sal), Braskem (sustentabilidade para ser *player* internacional petroquímico), e não como país, se distanciando portanto, do foco em renováveis como inovação potencialmente radical; há pulverização dos investimentos governamentais em C,T&I, incentivando a competição entre instituições e não a cooperação entre elas; a prioridade total dos investimentos da Petrobras é para a exploração da camada do pré-sal; as políticas e estratégias governamentais e empresariais e das instituições de ciência e tecnologia perseguem posição de seguidor (como a China) e não de fronteira tecnológica - ainda se baseiam no modelo de substituição de importações; os resultados mal-sucedidos da *triple-helix* ("o todo não soma"), decorrentes de diferenças nas apostas, dada a não definição do papel de cada ator; as políticas governamentais de apoio a inovação (radical ou não) não reconhecem a contento, o aporte intelectual fora das ICTs; a estrutura organizacional para pesquisa na universidade e também na empresa, reflete o foco no desenvolvimento de inovações incrementais ("mesmo na universidade é incremental porque faz o que a indústria necessita");

Quadro 24 - Facilitadores/Inibidores da mudança de fontes fósseis para renováveis na indústria química - cont.

Facilitadores	Inibidores
	incentivo a inovações radicais é resultado de jogo de interesses; a relação inovação radical – inovação incremental não é considerada na definição e escolha de políticas e estratégias de inovação das organizações de todos os sistemas; e baixa qualidade da educação em todos os níveis, dado que esta é reconhecida como *driver* para o desenvolvimento de inovações potencialmente radicais; - há ganhos para as empresas com recursos humanos qualificados e não apenas com patentes e artigos publicados.