ADRIANA MAROTTI DE MELLO

CONTRIBUIÇÃO AOS CRITÉRIOS DE PROJETO ORGANIZACIONAL PARA INOVAÇÃO EM EMPRESAS CONSOLIDADAS DE SETORES MADUROS - O CASO DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA BRASILEIRA

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia

São Paulo

2010

ADRIANA MAROTTI DE MELLO

CONTRIBUIÇÃO AOS CRITÉRIOS DE PROJETO ORGANIZACIONAL PARA INOVAÇÃO EM EMPRESAS CONSOLIDADAS DE SETORES MADUROS - O CASO DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA BRASILEIRA

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Prof.Dr. Roberto Marx

São Paulo
2010

Aos meus pais, Cássio e Dalva, por tudo que sou.

Ao Luciano, pelo amor, apoio e compreensão desde o tempo da graduação.

E à Mariana, minha melhor obra.

AGRADECIMENTOS

Não poderia começar os agradecimentos de outra forma, a não ser pelo meu orientador, Prof. Roberto Marx, que desde o Mestrado, vem demonstrando sua confiança no meu trabalho.

Meu muito obrigada também para todos meus amigos do Doutorado – em especial para o Wander, a Karine e o Leonardo – companheiros de almoços, discussões e lamúrias ao longo destes anos.

Para a Maria Cristina, minha grande amiga desde a graduação, e que de novo, teve a paciência e disposição para revisar todo este trabalho.

Aos professores do Departamento, em especial o Prof.Mario Salerno, pelas frutíferas discussões na sua disciplina e no grupo de pesquisa.

Aos colaboradores das empresas entrevistadas que gentilmente abriram as portas para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Agradeço ainda, a todos os funcionários do Departamento de Eng.Produção da Poli/USP, que de uma forma direta ou indireta colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A indústria petroquímica brasileira, assim como outros setores consolidados e maduros, está acostumada a inovar incrementalmente em produtos e processos, mas para manter sua competitividade tem a necessidade de inovar mais e mais radicalmente. Tanto na literatura pesquisada quanto nos resultados dos estudos de caso realizados, há o conceito de que os Projetos Organizacionais para o desenvolvimento de inovações radicais e incrementais deveriam ser diferentes entre si. Mas a literatura não avança nesta questão, não apresentando recomendações ou prescrições assertivas. Por outro lado, sente-se a mesma dificuldade nas empresas, que entendem a necessidade de lidar com as inovações radicais de uma forma distinta das incrementais, mas acabam trabalhando em ambas da mesma forma, com estruturas distintas, porém com semelhante organização, com as mesmas ferramentas e práticas gerenciais. Este trabalho tem por objetivo contribuir com esta discussão, através da proposição de critérios para o Projeto Organizacional adequado ao desenvolvimento de inovações incrementais e radicais de forma sistemática em empresas consolidadas de setores maduros, aprofundando o que já foi proposto pela literatura, partindo do princípio de que não haveria um único modelo a ser prescrito. A pesquisa de campo foi realizada através do estudo de múltiplos casos em três empresas inovadoras do setor petroquímico brasileiro, onde foram avaliados onze projetos de inovação. O modelo aqui proposto oferece um conjunto de diretrizes e critérios para que cada empresa adapte suas estruturas e processos a cada diferente desafio encontrado pelos projetos de inovação em cada etapa de seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Inovação, Projeto Organizacional, Indústria Petroquímica

ABSTRACT

The Brazilian Petrochemical Industry, as well as other established and mature sectors, is used to incrementally innovate in products and processes. In order to maintain its competitiveness, it is being challenged to innovate more and more radically. Both in literature and in results of the cases here studied, there is the idea that the Organizational Design for the development of radical and incremental innovations should be different. But literature does not advance in this subject, there is no assertive recommendations or prescriptions. Companies feel the same difficulty, they understand the need to deal with radical innovations in a distinct form of incremental ones, but they end up working in both situations in the same way, with different structures, but with similar organization, management tools and practices. This thesis attempts to contribute to this discussion by proposing criteria for Organizational Design suitable for the development of incremental and radical innovations in a systematic manner in consolidated companies from mature industries, deepening what has been proposed in the literature, assuming that there would be no single model to be prescribed. Field research was conducted through multiple cases study in three innovative companies in the Brazilian petrochemical sector, where eleven innovation projects were studied. The model here proposed offers a set of guidelines and criteria for each company to adapt its structures and processes for each different challenge faced by innovation projects at each stage of their development.

Keywords: Innovation, Organizational Design, Petrochemical Industry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos do Projeto Organizacional voltado para a Inovação..... 8
Figura 2 – Fluxograma das etapas de pesquisa 14
Figura 3 – Exemplos de sociogramas 22
Figura 4 – Indústria Petroquímica 27
Figura 5 – Fatores que Influenciam a criação da organização para inovação 46
Figura 6 – Modelo Linear de Inovação 53
Figura 7 – Modelo de Kline e Rosenberg (1986)..... 54
Figura 8– Complexidade de Competências x Velocidade de Mudanças 62
Figura 9 – Tipos de Estruturas para DP 68
Figura 10 – Tipologia de Redes de Inovação..... 76
Figura 11 – Modelo da “Espiral de Conhecimento” 81
Figura 12 – Funil de Inovação de Clark e Wheelwright..... 90
Figura 13– Modelo de Stage-Gates®..... 92
Figura 14 – Evolução das estratégias de inovação e respectiva organização na Indústria Petroquímica Brasileira 94
Figura 15 – Evolução da Organização para Inovação de acordo com o Tipo de Inovação..... 96
Figura 16 – Critérios do Projeto Organizacional voltado para Inovações Radicais e Incrementais..... 98
Figura 17 –Projeto Organizacional e Cadeia de Valor da Inovação..... 102
Figura 18 – Sumário das Hipóteses de Pesquisa 105
Figura 19– Organograma simplificado da Petro1 108
Figura 20 – Estrutura organizacional da Área de Desenvolvimento e Aplicação da Petro1 110
Figura 21 – Processo “Gestão de Inovação Tecnológica” 111
Figura 22– Estrutura organizacional da Área de Competitividade e Inovação da Petro2..... 117
Figura 23 – Organograma simplificado da Petro3..... 126
Figura 24– Matriz de apoio à seleção de Projetos de Inovação da Petro3 129
Figura 25 – Processo de Desenvolvimento de Inovações da Global 137
Figura 26 - Evolução da Organização x Estratégia de Inovação 180
Figura 27 – Hipóteses de Pesquisa Revisadas após a pesquisa de campo..... 187

Figura 28 – Critérios do Projeto Organizacional voltado para Inovações Radicais e Incrementais 192
Figura 29 –Projeto Organizacional e Cadeia de Valor da Inovação..... 193
Figura 30 – Modelo para Método de Projeto Organizacional para Inovação 195
Figura 31 – Árvore de Decisão para o Projeto Organizacional 197

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Composição e Capacidades Produtivas dos Pólos Petroquímicos em Operação no Brasil.....31

Quadro 2 – Estratégias Competitivas e de Inovação na Indústria Petroquímica.....36

Quadro 3 – Boas Práticas e Rotinas para Gerenciar a Inovação.....87

Quadro 4 - Boas Práticas e Rotinas Emergentes e Adequadas para gerenciar Inovação Radical em ambientes de descontinuidade.....89

Quadro 5 – Características da Organização para Inovações Radicais e Incrementais consolidadas a partir da literatura pesquisada.....95

Quadro 6 – Indicadores da ARS para Projetos de Inovação Radical e Incremental..... 104

Quadro 7 – Áreas do Projeto Organizacional voltado para Inovação Incremental nas empresas pesquisadas.....133

Quadro 8 - Áreas do Projeto Organizacional voltado para Inovação Radical nas empresas pesquisadas.....134

Quadro 9 - Áreas do Projeto Organizacional voltado para Inovação na Global.....139

Quadro 10 – Resumo dos Projetos de Inovação da Petro1.....146

Quadro 11 – Resumo dos Projetos de Inovação da Petro2.....153

Quadro 12 – Resumo dos Projetos de Inovação da Petro3.....160

Quadro 13 – Áreas do Projeto Organizacional voltado para Inovação Incremental nas empresas pesquisadas.....189

Quadro 14 – Sugestões para Organização para Inovação em cada etapa da Cadeia de Valor da Inovação.....198

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Balança Comercial Brasileira de Produtos Químicos de Uso Industrial.....32

Gráfico 2 - Densidade das Redes de Projetos Incrementais e Radicais.....165

Gráfico 3 - Variação na Centralidade das Redes de Projetos Incrementais da Petro1, Petro2 e Petro3.....167

Gráfico 4 – Variação na Centralidade das Redes de Projetos Radicais da Petro1, Petro2 e Petro3.....168

Gráfico 5 – Variação na Intermediação para os Projetos Incrementais da Petro1, Petro2 e Petro3.....170

Gráfico 6 – Variação na Intermediação para os Projetos Radicais da Petro1, Petro2 e Petro3.....171

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Densidade das Redes..... 164

Tabela 2– Centralidade (Grau) para cada área funcional dos Projetos Incrementais da Petro1, Petro2 e Petro3..... 166

Tabela 3 – Centralidade (Grau) para cada área funcional dos Projetos Radicais da Petro1, Petro2 e Petro3..... 167

Tabela 4– Intermediação para cada área funcional dos Projetos Incrementais da Petro1, Petro2 e Petro3.....169

Tabela 5– Intermediação para cada área funcional dos Projetos Radicais da Petro1, Petro2 e Petro3.....170

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 2
1.1 Objetivos e Questões de Pesquisa 6
2. METODOLOGIA 11
2.1 Definição da Questão de Pesquisa e Hipóteses 14
2.3 Estratégia para Obtenção de Dados 19
2.4 Análise dos Dados 21
3. CARACTERIZAÇÃO SETOR PETROQUÍMICO NO BRASIL 25
3.1. Inovação e Competitividade no Setor 32
4. INOVAÇÃO – DIFERENTES CONCEITOS E FORMAS DE CLASSIFICAÇÃO ... 47
4.1 Inovação como um processo 51
5. PROJETO ORGANIZACIONAL PARA INOVAÇÃO 57
5.1. Coordenação e Divisão do trabalho 64
5.1.1 Estruturas para Inovação Incremental 66
5.1.2. Estruturas Organizacionais para Inovação Radical 69
5.2.Estruturas para Criação e Difusão de Conhecimento 77
5.3 Ferramentas e Práticas de Gestão dos Processos de Desenvolvimento de Inovações Radicais x Incrementais 86
5.4 Critérios para o Projeto Organizacional voltado para Inovação Radical e Incremental na Indústria Petroquímica brasileira 93
6. HIPÓTESES DE PESQUISA 103
7. A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E FERRAMENTAS E PRÁTICAS DE GESTÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES INCREMENTAIS E RADICAIS EM 3 EMPRESAS PETROQUÍMICAS NACIONAIS 106
7.1 Petro1 106
7.2 Petro2 115
7.3 Petro3 125
7.4 Resumo das Estruturas Organizacionais, Ferramentas e Práticas de Gestão da Inovação Incremental e Radical das três empresas pesquisadas 130
7.5 Global 135
8. PROJETOS DE INOVAÇÃO INCREMENTAL E RADICAL DESENVOLVIDOS PELAS EMPRESAS ESTUDADAS 141

8.1 Projetos de Inovação Incremental e Radical – Petro1 141
8.2 Projetos de Inovação Incremental e Radical – Petro2 147
8.3 Projetos de Inovação Incremental e Radical – Petro3 154
8.4 Análise dos Projetos de Inovação Incremental e Radical utilizando ARS..... 161
8.4.1 Análise dos Atributos dos Projetos analisados..... 164
9. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS 174
9.1 O Projeto Organizacional para inovação incremental e radical na Petro1, Petro2 e Petro3 – diferenças e semelhanças 174
9.2 O Desenvolvimento de Projetos de Inovação Radical e Incremental nas três empresas pesquisadas..... 180
10. CONCLUSÕES 184
10.1 Resultados *versus* Hipóteses 184
10.2 Critérios para o Projeto Organizacional voltado para Inovação Incremental e Radical na Indústria Petroquímica Nacional..... 188
REFERÊNCIAS 201
Apêndice A – Roteiro para entrevista – Organização para Inovação..... 208
Apêndice B – Roteiro para entrevista – Projetos..... 209
Apêndice C - Apresentação dos Resultados da Análise dos Projetos de Inovação utilizando a ARS 210
Apêndice D – Análise da diferença de densidade da rede para os Projetos de Inovação Incremental e Radical - Resultados obtidos através do software Minitab 15 227
Apêndice E – Análise da diferença de centralidade da rede para os Projetos de Inovação Incremental e Radical - Resultados obtidos através do software Minitab 15 228
Apêndice F – Análise da diferença da Variação de Centralidade da rede para os Projetos de Inovação Incremental e Radical - Resultados obtidos através do software Minitab 15 232
Apêndice G – Análise da diferença de intermediação da rede para os Projetos de Inovação Incremental e Radical - Resultados obtidos através do software Minitab 15 233
Apêndice H – Análise da diferença da Variação de Intermediação da rede para os Projetos de Inovação Incremental e Radical - Resultados obtidos através do software Minitab 15 237

“Innovation must be the central driving force for any business that wants to grow and succeed in both the short and long terms”
A.G.Lafley, CEO da Procter e Gamble

“Mais que uma palavra da moda, os processos de inovação constituem-se em requisitos fundamentais para o necessário salto de qualidade da produção brasileira"
Glauco Arbix, Professor da FFLCH/USP

“O consenso de que a inovação é fundamental nos une”
Luciano Coutinho, presidente do BNDES

1. INTRODUÇÃO

Observando-se as frases selecionadas como convite à reflexão, percebe-se que da parte das empresas, da academia e do governo há o consenso de que inovação é um elemento fundamental para a competitividade das empresas. Por este motivo, o tema tem atraído especial atenção de pesquisadores e praticantes da área de Gestão de Empresas. Ainda que a discussão sobre Inovação não seja recente, a questão de como as empresas são organizadas para o desenvolvimento de inovações, tanto no Brasil quanto no mundo não é um assunto muito explorado no âmbito da Engenharia de Produção.

Para trazer benefícios à competitividade das empresas, na forma de novos produtos ou processos que as diferenciem de seus competidores, a Inovação não pode ficar restrita à pesquisa de novas tecnologias e ao desenvolvimento de novos produtos: novas tecnologias desenvolvidas podem falhar ao serem transformadas em produtos e serviços, e novos produtos e serviços desenvolvidos podem não se tornar sucessos comerciais. A inovação somente acontece quando ela atinge o mercado consumidor, ou seja, é implementada com sucesso. Logo, não faria sentido uma discussão sobre o assunto sem considerar os aspectos organizacionais e mercadológicos que permitem sua implementação bem sucedida.

Pesquisa desenvolvida pela consultoria Booz Allen Hamilton aponta que, de um grupo de mil empresas globais inovadoras, as mais bem sucedidas não são as que necessariamente mais investiram recursos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (JARUZELSKI, DEHOFF e BORDIA, 2006). Inovações bem sucedidas iriam além dos investimentos em P&D e em tecnologia: seriam o resultado de um processo mais amplo e complexo resultante de interações entre indivíduos, firmas e outras instituições produtoras de conhecimento, em níveis local, nacional e mundial, que merecem ser estudadas (ARBIX, 2006).

Para uma melhor compreensão de como o processo de desenvolver inovações ocorre em uma empresa, é necessário entender não apenas o processo de desenvolvimento de produtos, mas todo o processo de inovar, desde a geração da idéia, sua conversão em processos ou produtos e sua difusão por toda organização e mercado, de acordo com o modelo da “Cadeia de Valor para Inovação” de Hansen e Birkinshaw (2007).

A literatura sobre Inovação baseada na teoria econômica, durante muito tempo, enfatizou a influência de fatores externos à empresa, como a competitividade do mercado e o nível tecnológico de um setor, na motivação das empresas para a inovação. Contudo, a forma como as empresas organizam seus recursos e desenvolvem capacidade de aprendizagem sobre estes seria fundamental na obtenção de vantagens competitivas duradouras (LAZONICK, 2001 e 2005).

Além disso, para o entendimento do nexo causal que existe entre crescimento econômico e inovação, há que se compreender como a inovação e os processos de aprendizagem individual e organizacional ocorrem no nível de cada firma individualmente. Sem esse entendimento, fica comprometida a correta definição do sistema nacional de inovação de um dado país, e portanto, o planejamento e execução de políticas públicas para incentivo à inovação podem falhar (LUNDVALL, 2007).

Há um claro indicativo de que os países bem sucedidos em renda e desenvolvimento econômico foram aqueles que conseguiram dar um salto qualitativo em sua indústria em direção a uma pauta de exportações com maior valor agregado e intensidade em conhecimento. O Brasil, mesmo com avanços recentes, ainda é um país onde a preocupação com Inovação pode ser considerada embrionária, tanto por parte das empresas quanto do poder público. Conhecer como as indústrias que inovam no Brasil operacionalizam suas inovações pode contribuir para a criação de conhecimento e discussão crítica na área, auxiliando as empresas e o poder público na definição de estratégias e políticas que incentivem o crescimento econômico sustentável, via Inovação.

A literatura sobre Inovação em Engenharia de Produção e Gestão enfatiza as técnicas que apoiam o Desenvolvimento de Produtos, a Gestão Tecnológica ou questões mais genéricas quanto a organização para inovação, tais como as ferramentas de Gestão de Projetos, por exemplo. A forma como as empresas desenvolvem inovações, especialmente as mais radicais, de maneira integrada com sua operação, desde a geração da ideia até seu lançamento no mercado permanece uma área a ser pesquisada e discutida com maior profundidade, especialmente no cenário brasileiro.

Autores como Brown e Eisenhardt (1997), O'Connor e DeMartino (2006) e Phillips *et al* (2006) discutem que a estrutura organizacional e as ferramentas de gestão amplamente difundidas para a inovação funcionam bem em ambientes de

relativa estabilidade em termos de produtos e mercados, propícios para a inovação incremental. Já quando a inovação é radical, com alto grau de incerteza sobre seus resultados, seria requerido um outro tipo de organização para inovação, com um conjunto diferente de práticas e padrões de comportamento, que lidassem com as diferentes competências e conhecimentos que são necessários no desenvolvimento de inovações radicais, em um tipo de organização mais flexível, chamada de *semiestrutura* por Brown e Eisenhardt (1997) ou *ambidestra*, por Phillips *et al* (2006).

Mas a discussão para neste ponto: não se aprofunda em *como,* com quais pressupostos este tipo de organização deveria ser construído. Dilema similar encontrou Salerno (1999) ao discutir qual seria o Projeto Organizacional mais adequado para processos de manufatura ditos "flexíveis", adequados a ambientes e mercados mais instáveis. A literatura, até então, dizia que o paradigma clássico de Projeto Organizacional não seria o mais adequado, mas não discutia como, então, deveria ser organizada a empresa.

Este trabalho procura contribuir com o debate de como a inovação ocorre no nível da empresa, discutindo como o processo de inovar, especialmente de forma radical, é gerido e organizado em empresas já consolidadas pertencentes a um setor industrial maduro, o petroquímico. Optou-se por este setor pois é um dos mais relevantes para a economia nacional (é o terceiro maior na formação do PIB industrial[1]) e possui alta participação de empresas de capital nacional que possuem estratégias voltadas à Inovação. Além disso, o setor petroquímico está sendo desafiado a repensar suas tecnologias de processo e fontes de matérias primas (em especial, o petróleo), em função da pressão pelo desenvolvimento sustentável ambientalmente e na busca de melhores resultados financeiros. Isso traz uma maior motivação para as empresas do setor inovarem em processos e produtos de forma mais radical do que fizeram no passado.

É bastante discutido na literatura o fato de empresas maduras e já consolidadas em seus mercados terem dificuldade em inovar radicalmente. Seu foco em eficiência operacional, a pressão por resultados financeiros positivos no curto prazo e as estruturas voltadas para estes objetivos têm sido apontados por diversos autores, tais como O'Connor e DiMartino (2006), como as razões para essa limitação. As empresas pesquisadas no desenvolvimento desta tese possuem

---

[1] Dados relativos a 2008, fonte ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química

estruturas de Inovação, mas demonstram certa dificuldade em melhorar a eficiência e a eficácia em inovar mais radicalmente – as constantes mudanças de estrutura que empreendem são um indicativo de que não há ainda uma forma ideal encontrada por estas empresas para equacionar o problema.

Aí entraria o objetivo desta tese: apresentar um conjunto de critérios para balizar a construção de um Projeto Organizacional voltado para inovação incremental e radical na indústria petroquímica nacional, partindo-se de uma abordagem sociotécnica.

Ainda que o setor petroquímico nacional possa ser considerado inovador do ponto de vista da indústria nacional[2], pois inova mais que a média da indústria, o país ainda depende muito de importações de produtos com maior valor agregado, tais como especialidades químicas e plásticos de engenharia. Além disso, nos mercados de *commodities*, onde o país tem presença expressiva, tem sofrido concorrência de outros países, especialmente do Oriente Médio.

Portanto, aumentar a competitividade através da inovação de produtos, agregando valor ao portifólio existente, é fundamental para a sobrevivência e desenvolvimento do setor. Neste cenário, inovar de forma mais radical, criando novos produtos e mercados, passa a ser uma estratégia relevante para a manutenção da competitividade. Mas como transformar essa preocupação estratégica em algo incorporado na operação sistemática e cotidiana dessas empresas?

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam com a construção de um modelo de como as empresas petroquímicas nacionais possam vir a tomar suas decisões a respeito de um Projeto Organizacional voltado para inovação, especialmente as de cunho radical. Além disso, espera-se também que os resultados possam ser úteis para empresas de outros setores que, assim como o petroquímico, estejam bem estabelecidos no país e que necessitem de desenvolver inovações de forma mais radical.

Para tanto, desenvolveu-se um trabalho de pesquisa que incluiu revisão da literatura pertinente ao assunto, mais uma pesquisa de campo em indústrias relevantes do setor petroquímico nacional, cujos resultados são apresentados nos próximos capítulos.

---

[2] Pelos dados da PINTEC (2007), 50,0% das indústrias químicas nacionais implementaram inovações entre 2003 e 2005, contra 33,4% de média da indústria nacional.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: No próximo capítulo (2), será detalhado o Método de Pesquisa selecionado. No capítulo 3, faz-se uma explanação sobre a indústria petroquímica brasileira e a razão de sua relevância para a execução deste estudo. Nos capítulos seguintes (4, 5), é feita a apresentação da revisão realizada na literatura sobre inovação, seu processo e projeto organizacional necessário para seu desenvolvimento e dos fatores que influenciam a decisão de uma empresa por um determinado projeto organizacional voltado para a inovação. No capítulo seguinte, são apresentadas as hipóteses de pesquisa.

A seguir, nos capítulos 7 e 8, são apresentados os resultados da pesquisa de campo quanto às estruturas organizacionais para inovar e a análise realizada em projetos de inovação incremental e radical nas empresas pesquisadas. No capítulo 9, os resultados obtidos são analisados conjuntamente e discutidos. Finalmente, no capítulo 10, apresentam-se as conclusões desta pesquisa e a recomendação para futuros trabalhos sobre o assunto.

1.1 Objetivos e Questões de Pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é propor um conjunto de critérios para o Projeto Organizacional para inovação de empresas consolidadas atuando em setores maduros que desejam inovar simultaneamente de maneira incremental e radical, através da análise do desenvolvimento do processo e da organização para inovação em diferentes empresas inovadoras atuando no setor petroquímico brasileiro, procurando responder às seguinte questão:

I. ***Quais critérios deveriam balizar o Projeto Organizacional para o desenvolvimento de inovações radicais de forma sistemática nas empresas do setor petroquímico nacional?***

E, também, às seguintes questões que auxiliam no desenvolvimento da pesquisa realizada, como insumos para responder à pergunta acima:

II. ***Como as empresas do setor petroquímico brasileiro estão organizadas para o desenvolvimento de inovações incrementais e radicais?***

III. ***Como as empresas inovadoras do setor petroquímico tomam suas decisões sobre a organização para inovação?***

Projeto Organizacional pode ser definido como uma construção social que tem por objetivo criar uma infraestrutura que dê coerência ao sistema organizacional, discutindo as partes de uma organização e suas interfaces, alinhando-as com a estratégia de negócios da empresa. É uma discussão sobre métodos, critérios e ferramentas para o desenho ou redesenho de uma organização (SALERNO, 1999; LIMA e COSTA, 2004).

A abordagem *clássica* ou *taylorista* de Projeto Organizacional pressupõe a existência de um modo ótimo de organização, em um ambiente estável, com o planejamento e prescrição separados do trabalho. Como será discutido em maiores detalhes adiante (no Capítulo 5), esta abordagem não seria adequada a ambientes mais turbulentos, complexos e incertos como os de inovação, sobretudo de natureza radical.

Assim como Salerno (1999), neste trabalho parte-se da abordagem *sóciotécnica moderna* de Projeto Organizacional, ou seja, buscando a integração dos sistemas técnico e social das empresas, onde o projeto e estrutura organizacional sejam compatíveis, coerentes com a estratégia de negócio. “Projeto fácil, trabalho direto simples, organização complexa. De uma forma geral, a abordagem aqui em discussão significa o inverso: Projeto mais difícil, trabalho direto complexo, organização simples.” (SALERNO, 1999, p.127)

A partir desta referencia teórica, articula-se um conjunto de atividades para o processo do Projeto Organizacional que tratam especificamente do projeto em três área de decisão, selecionadas pela autora, a saber: Divisão e Coordenação do trabalho, Ferramentas e Práticas de Gestão e Estruturas para Criação e Difusão do Conhecimento. Estas áreas de decisão do Projeto Organizacional voltado para inovação são complementares e possuem pontos em comum, conforme ilustra a Figura 1.

Optou-se por analisar estas três áreas a partir dos conceitos apresentados por Lam (2005) e O’Connor e DiMartino (2006). Para estes autores, o sucesso das inovações radicais em empresas estabelecidas não depende de um único elemento gerencial, como um processo adequado: dependeria de um sistema de gestão cujos elementos combinariam aprendizagem e experimentação. Este sistema deveria conter itens sobre governança e tomada de decisão, desenvolvimento de talentos, processos, ferramentas e métricas de gestão e a estrutura organizacional. Todos estes elementos deveriam estar alinhados entre si. Esses conceitos e suas relações

são discutidos em maior profundidade na seção 5

Figura 1 – Elementos do Projeto Organizacional voltado para a Inovação
Elaborado pela autora

Outro objetivo deste trabalho seria a descrição e análise do processo de desenvolvimento de inovações, procurando identificar qual o relacionamento entre as diferentes áreas funcionais de uma empresa, bem como com seus parceiros fora da empresa (fornecedores, clientes, instituições de ensino e pesquisa, etc.) em cada etapa do processo do desenvolvimento de inovações, bem como sua qualidade e intensidade. Uma análise mais aprofundada dos projetos de desenvolvimento de inovações auxilia no entendimento de como as empresas petroquímicas brasileiras desenvolvem suas inovações e na compreensão de quais são suas particularidades, sucessos e dificuldades, o que apoia a construção do modelo de Projeto Organizacional requerido para o desenvolvimento de inovações mais radicais em empresas consolidadas.

Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre o tema Inovação, a organização para inovação nas empresas e sobre quais fatores internos e externos à empresa afetariam esta organização. Foi também realizada pesquisa de campo com empresas do setor petroquímico que desenvolvem inovações no Brasil, com o objetivo de se confirmar ou não as hipóteses desenvolvidas a partir da pesquisa teórica.

Os resultados da pesquisa propõem um conjunto de critérios de Projeto Organizacional para empresas do setor petroquímico (e de outros com

características similares) que desejem inovar incremental e radicalmente em produtos, sem deixar de lado a preocupação com a eficiência operacional.

A relevância deste trabalho para a literatura sobre Inovação no Brasil é significativa, uma vez que não há estudos suficientes sobre o tema “Inovação”, sobretudo a radical, a partir da perspectiva da empresa e sua organização.

Por um lado, há a literatura baseada na Teoria Econômica, que enfatiza estudos voltados para a Gestão da Inovação sob uma perspectiva “macro” – por exemplo, o Sistema de Inovação de um setor, região ou país, o planejamento e execução de políticas públicas para incentivo à inovação. Vide os trabalhos de Nelson e Winter (1982), Freeman e Soete (1997), Lundvall (2007), Malerba(2005), Cassiolato e Lastres (2000), Suzigan e Furtado (2006) , entre outros.

Por outro lado, de um ponto de vista “micro”, no interior da empresa, os estudos existentes na área de gestão e engenharia de produção, tanto no Brasil quanto no exterior, são focalizados em aspectos pontuais do desenvolvimento de inovações, como a gestão da tecnologia – vide Quadros *et al* (2001) e Andreassi (2007), por exemplo – e no desenvolvimento da organização, técnicas e ferramentas de gestão do desenvolvimento de produtos – Cooper (2001), Clark e Wheelwright (1993), Clark e Fujimoto (1991), Rozenfeld *et al* (2006), Pavitt (2005).

Este trabalho procura suprir esta lacuna existente na literatura, ao tratar da questão da organização da empresa para inovação, desde a geração da ideia até sua introdução no mercado. Mais especificamente, centrou-se na questão de como esta organização deveria ser projetada para o desenvolvimento simultâneo de inovações radicais e incrementais em empresas consolidadas em setores maduros, como o caso da indústria petroquímica brasileira. Há na literatura vários trabalhos, como de Brown e Eisenhardt (1997), O’Connor e DeMartino (2006) e Phillips *et al* (2006), enfatizando que a organização da empresa e as ferramentas de gestão do processo de inovação radical deveriam ser diferentes daquelas utilizadas para a inovação incremental, sem contudo, especificar como isto deveria ser feito.

Particularmente no Brasil, não se tem conhecimento, até o momento, de trabalhos que apontem como deveria ser esta organização, quais deveriam ser os critérios norteadores do Projeto Organizacional para o desenvolvimento de inovações radicais. Neste sentido, esta pesquisa procurou suprir esta lacuna, inspirando-se no raciocínio e método utilizado por Salerno (1999), para definir os critérios de projeto para processos de produção flexível.

O objeto de análise desta pesquisa é a empresa e sua atuação em relação ao desenvolvimento de inovações incrementais e radicais em produtos, enfocando seu processo de desenvolvimento e sua organização para este fim. Foram também analisadas as inter-relações entre a empresa e seus parceiros (clientes/ fornecedores/institutos de pesquisa) no desenvolvimento deste processo. No capítulo a seguir, será discutido o método de pesquisa utilizado para atingir este fim.

2. METODOLOGIA

A questão de como as empresas decidem sobre suas estruturas para inovação ainda não tem suas variáveis e construtos teóricos bem definidos e consolidados na literatura. Por isso se pode afirmar que este tema ainda está na fase de construção de teoria. Uma teoria pode ser construída a partir de quatro componentes: definição das variáveis, seu domínio (onde ela seria válida), um conjunto de relações entre as variáveis e predições realizadas a partir deste. Sem teoria, é impossível abstrair sentido de dados gerados empiricamente (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002).

Para auxiliar na construção de uma teoria, a estratégia de pesquisa mais indicada é a qualitativa, uma vez que ela possui um caráter *indutivo*, ou seja, a teoria seria gerada a partir dos dados obtidos na pesquisa de campo. Esse processo de geração de teoria, contudo, não seria, na maioria das vezes, tão direto, havendo nele um elemento *dedutivo*: é um processo iterativo, onde há um diálogo constante entre a teoria já existente na literatura e dados empíricos. Além disso, no campo da pesquisa em organizações, é necessário entender as complexas relações sociais a partir da percepção de seus atores sobre as mesmas, o que é muito difícil de ser conseguido através de métodos quantitativos de pesquisa (BRYMAN e BELL, 2007).

Na presente pesquisa, será utilizada a estratégia qualitativa, que segundo Bryman (1989) possuiria as seguintes características vantajosas quando comparada a métodos quantitativos:

- Enfatiza a *interpretação* da realidade pelos entrevistados, enquanto a pesquisa quantitativa procura revelar um fato;
- O contexto da pesquisa é importante, o que facilita a compreensão das relações entre as variáveis pesquisadas;
- Tende a lidar melhor com os processos que ocorrem na organização, mostrando sua evolução ao invés de descrevê-los estaticamente;
- Permite que o pesquisador altere o rumo da pesquisa durante sua execução, caso algum fato relevante altere suas hipóteses iniciais de pesquisa;
- Permite o uso de variadas fontes de informação, como entrevistas, observação, consulta a documentos, etc.

Como método de pesquisa, optou-se aqui, pelo *estudo de caso.* Seu uso é particularmente útil quando ainda não há certeza na definição dos construtos e variáveis que compõem a teoria que explicaria um fenômeno (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH,2002). Podem-se citar como pontos fortes deste método, de acordo com Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) e Yin (2002):

- O fenômeno pode ser estudado em seu contexto natural, e uma teoria relevante e com sentido pode ser gerada a partir da observação de prática real;
- O método permite que questões do tipo "*Por quê?*", "*como?*" e "*O que?*" sejam respondidas com um entendimento relativamente completo da natureza e complexidade do fenômeno como um todo;
- O método leva a investigações exploratórias nas fases iniciais de um processo ainda não completamente compreendido pela teoria.

A pesquisa realizada neste trabalho será, portanto, de natureza qualitativa e será conduzida pelo método de estudo de múltiplos casos. Uma das vantagens da pesquisa qualitativa é seu grau de profundidade na análise de questões que são dificilmente mensuráveis, como Inovação, a Organização em si e interação entre diferentes indivíduos.

No entanto, a pesquisa qualitativa apresenta limitações. A primeira delas é uma maior dificuldade na determinação da validade e confiabilidade dos resultados, considerados subjetivos, pouco transparentes e difíceis de serem replicados. Uma segunda desvantagem deste tipo de pesquisa é a verificação de que os projetos qualitativos podem se tornar muito complexos, com um nível de detalhe muito profundo, dificultando a identificação das relações mais importantes para a construção de uma teoria. Por último, a pesquisa qualitativa através de estudo de casos pode levar a conclusões não generalizáveis, por se estar analisando apenas uma parte do fenômeno (EISENHARDT, 1989 e BRYMAN e BELL, 2007).

Ainda assim, quando comparada à pesquisa do tipo quantitativa, a pesquisa qualitativa realizada através de estudo de caso se mostra mais adequada para conduzir este trabalho, apesar de suas limitações.

Segundo Eisenhardt (1989), as etapas de pesquisa em um estudo de caso, que serão seguidas neste trabalho, são (Figura 2):

1. *Definição da Questão de Pesquisa e Hipóteses*: a definição da questão de pesquisa e das hipóteses, mesmo que seja feita em termos amplos, no início da pesquisa, é importante para focalizar os esforços e não se deixar perder no grande volume de dados investigados. A revisão da literatura auxilia na construção das hipóteses.
2. *Definição da Estratégia de Pesquisa*: inclui a seleção do(s) caso(s) a ser estudado(s), dos métodos de apropriação dos dados, a preparação de questionários e protocolos de pesquisa.
3. *Pesquisa de Campo*: nesta fase, a coleta e análise de dados se sobrepõem, em um processo iterativo, que permite ao pesquisador adaptar o questionário às característica específicas do caso.
4. *Análise dos Dados:* análise dos dados intra e intercasos, comparação com a literatura, buscando a confirmação ou negação das hipóteses propostas.

Estas etapas de trabalho possuem caráter iterativo, ou seja, há um diálogo constante entre as fases da pesquisa. A partir de uma definição preliminar das questões de pesquisa, procedeu-se a revisão da literatura e a construção das hipóteses de pesquisa, que por sua vez levaram ao refinamento das questões inicialmente propostas. Posteriormente, foi definido o método e estratégia de pesquisa. A partir dos instrumentos de pesquisa gerados, foi realizada a pesquisa de campo. Com os dados obtidos e analisados, as hipóteses foram revistas, levando às conclusões apresentadas no capítulo 11. A seguir, serão descritos os procedimentos que foram adotados em cada etapa da pesquisa.

Figura 2 – Fluxograma das etapas de pesquisa
Elaborado pela autora, a partir de Eisenhardt (1989)

2.1 Definição da Questão de Pesquisa e Hipóteses

A primeira etapa da pesquisa foi a definição das questões, ainda em termos amplos. As questões, apresentadas na introdução desta tese, nortearam o desenvolvimento da pesquisa procurando atender aos objetivos estabelecidos, que são:

- Analisar o desenvolvimento do processo e da organização para inovação em diferentes empresas inovadoras atuando no setor petroquímico brasileiro;
- Identificar qual é a qualidade e a intensidade do relacionamento entre as diferentes áreas funcionais da empresa, bem como junto a seus parceiros externos (fornecedores, clientes, instituições de ensino e pesquisa, etc.) em cada etapa do processo de desenvolvimento de inovações.
- Propor um conjunto de critérios para o Projeto Organizacional para inovação de empresas consolidadas atuando em setores maduros que desejam inovar simultaneamente de maneira incremental e radical, como as empresas do

setor petroquímico.

A pesquisa realizada através de estudos de caso pode ser usada tanto para teste de hipóteses quanto para seu desenvolvimento. Na maioria das pesquisas, ainda que de construção de teoria, há a necessidade de se definir hipóteses iniciais a partir da literatura já existente, que serão testadas, utilizando-se os dados obtidos no campo, e posteriormente refinadas, gerando-se novas hipóteses com embasamento empírico (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002 e EISENHARDT, 1989).

Para auxiliar na construção das hipóteses de pesquisa, procedeu-se a uma revisão bibliográfica, com o objetivo de embasar sua proposição a partir da produção científica já existente sobre o assunto da tese, identificando o "estado da arte" e também possíveis lacunas existentes.

Pesquisou-se a literatura nas seguintes áreas de conhecimento, necessárias à compreensão plena do fenômeno a ser estudado, e que contribuem para o delineamento das hipóteses de pesquisa levantadas pela autora:

- *Conceitos de Inovação e seu Processo de Desenvolvimento* – O que exatamente significa Inovação para a empresa e como ela é desenvolvida dentro das organizações;
- *Organização para inovação* – Estruturas para coordenação e divisão do trabalho e para criação de conhecimento e aprendizagem, elementos fundamentais para o desenvolvimento de inovações;
- *Fatores externos e internos à empresa que influenciam a criação e evolução da organização para inovação* – Como eles interagem para explicar o porquê das empresas adotarem determinadas formas de organização para inovação.

Na construção do raciocínio para a definição dos critérios de Projeto Organizacional, usou-se como paradigma o método utilizado por Plsek, Bibby e Whitby (2007), de design de Projeto Organizacional a partir da experiência dos gerentes das empresas. Neste método, os autores partem da experiência dos gerentes de empresas, da organização real da empresa, para a partir daí, depreender qual a estratégia e as regras de design de Projeto Organizacional utilizadas. Para os autores, as regras de design podem ser definidas como:

> *"...declarações heurísticas na seguinte forma: se você deseja atingir um resultado Y, em uma situação S, algum fato X pode ajudar.".*

Ou seja, a partir da análise da realidade vivida pelas empresas, procura-se entender qual a lógica subjacente, quais regras de projeto foram utilizadas para se atingir o resultado desejado. Desta forma, nesta pesquisa, a partir da prática evidenciada através da análise da estrutura organizacional e de diferentes projetos de inovação desenvolvidos pelas empresas, procurou-se entender quais foram as regras aplicadas pelas empresas ao tentar desenvolver inovações radicais ao mesmo tempo em que se desenvolvem inovações incrementais.

Plsek, Bibby e Whitby (op.cit) descrevem quatro formas de extrair as regras de projeto para programas de mudança organizacional:

- a partir da análise da documentação gerada pelos programas de mudança, como relatórios, normas e procedimentos;
- a partir do questionamento direto aos líderes, que descrevem quais os critérios por eles utilizados para implementar os programas;
- através da estudo do histórico dos programas de mudança, realizada por meio de entrevistas com os participantes e posterior análise realizada pelo pesquisador;
- pela definição de cenários com delineamento de situações hipotéticas a partir da experiência real.

Aqui, ainda que os métodos supracitados não tenham sido utilizados exatamente conforme os autores os prescrevem, pode-se dizer que a partir do método de estudo de caso chegou-se a um resultado próximo do método de análise do histórico da mudança. Através da análise da estrutura organizacional e do histórico da implementação de projetos de inovação, procurou-se extrair quais os critérios empregados pelas empresas para definir seu Projeto Organizacional para inovação, assim como procedeu Salerno (1999), em seu trabalho sobre Organização para Processos de Manufatura Flexíveis. Este método será detalhado nas seções 2.2, 2.3 e 2.4 a seguir.

Além da pesquisa bibliográfica, foi realizado um estudo de caso preliminar[3] em uma empresa do setor petroquímico, que auxiliou na compreensão do contexto

[3] Para os resultados do estudo de caso preliminar, vide Mello, Salerno e Marx (2008)

do setor e na construção das hipóteses iniciais de pesquisa, que serão descritas no capítulo 6.

O estudo de caso é o método de pesquisa que procura analisar a dinâmica entre os fenômenos e o contexto onde eles estão inseridos (EISENHARDT, 1989). Dado o caráter das hipóteses de pesquisa, que procuram entender o processo de decisão sobre a organização para inovação, discutindo as variáveis que o influenciam, o estudo de caso seria o método ideal para conduzi-la.

Uma pesquisa de estudo de caso pode ser conduzida através de um caso único ou através de múltiplos casos. Há uma relação de compromisso entre o número de casos analisados e a profundidade de estudo para cada unidade de análise: quanto menor o número de unidades de análise, maior a oportunidade para aprofundar a avaliação de cada caso. Por outro lado, o uso de um caso único poderia trazer limitações para a generalização das conclusões, modelos e teorias desenvolvidas. O uso de múltiplos casos pode reduzir a profundidade de estudo por uma dada limitação de recursos materiais e tempo, mas pode aumentar a validação externa dos dados e prevenir avaliações enviesadas. Não há uma clara definição do que seria uma unidade de análise ou caso: em um único caso pode haver vários contextos diferentes, ou ainda em uma única empresa pode haver vários casos diferentes (VOSS, TSIKRIKTSIS E FROHLICH, 2002).

Além da questão do número de casos, Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) colocam que há que se definir se será realizada uma análise retrospectiva ou longitudinal. Como um dos objetivos da pesquisa qualitativa feita por estudo de caso é o estabelecimento de relações de causa e efeito, tem-se que, quanto maior o período de tempo em que o fenômeno é analisado, maior a oportunidade de avaliar as relações de causa e efeito que surgem. Isto pode ser realizado através de uma pesquisa retrospectiva, ou seja, baseada em dados históricos sobre fatos já ocorridos, ou de uma pesquisa longitudinal, onde o pesquisador acompanha o desenrolar dos acontecimentos por um período de tempo. Ainda que a segunda estratégia seja mais apurada e fiel à realidade, a limitação do tempo disponível para a pesquisa não permitiria que ela fosse realizada.

Uma vez definidos quantos casos serão analisados, surge a questão de quais serão eles, pois diferentemente da pesquisa quantitativa, onde métodos tradicionais

de amostragem são utilizados, em estudos de caso, estes são selecionados de acordo com critérios específicos. Miles e Huberman (1994) sugerem o seguinte teste a ser aplicado para amostrar casos:

- É relevante para o quadro teórico desenvolvido e as questões de pesquisa?
- O fenômeno a ser estudado aparece claramente?
- Ele permite generalização?
- É factível?
- Haveria problemas éticos com divulgação de informações sigilosas, bem como benefícios e/ou riscos potenciais no relacionamento com os entrevistados?

Para esta pesquisa, **a unidade de análise é a empresa**, utilizando-se os projetos de desenvolvimento de novos produtos como objeto incorporado de pesquisa. A partir da análise destes, será desenvolvido o modelo de organização para inovação e desenvolvimento de novos produtos na indústria petroquímica brasileira. Procurou-se analisar diferentes projetos de inovação incremental e radical em cada empresa analisada, avaliando-se assim múltiplos casos, tornando o estudo mais robusto quanto à sua validade externa e permitindo uma análise menos enviesada dos fatos. Pesquisaram-se onze projetos de inovação (seis radicais e cinco incrementais) em três empresas, que representam parcela significativa do setor petroquímico que desenvolve inovações no país.

Além dos casos analisados em maior profundidade, foi também realizada uma entrevista com um executivo de uma empresa multinacional do setor, reconhecidamente inovadora. Os resultados dessa entrevista foram utilizados como uma referência de empresa inovadora do setor para comparação com o estudo realizado.

Justifica-se a escolha da indústria petroquímica pelos seguintes fatos:

- A indústria química / petroquímica é o terceiro maior setor industrial do país, quando se analisa a contribuição para formação do PIB – cerca de 13%.
- Por ser um setor que fornece matérias primas para outros setores industriais de diversas naturezas (desde o setor agrícola até a indústria aeroespacial), suas inovações possuem impacto relevante em diferentes setores.
- É um setor que possui alta taxa de participação de empresas de capital nacional que inovam, ou seja, cujas decisões sobre estratégias e organização para inovação são tomadas localmente, sem interferência externa.

- É um setor maduro que recentemente tem sido compelido a repensar suas estratégias para inovação, dado o aumento da competição externa, mais as pressões ambientais e incertezas quanto ao fornecimento de sua principal matéria prima, o petróleo.

No item 3, será feita uma discussão mais detalhada sobre a indústria petroquímica brasileira.

2.3 Estratégia para Obtenção de Dados

A principal fonte de dados em um estudo de caso são as entrevistas estruturadas, frequentemente apoiadas em outras não estruturadas e outras interações. Essas entrevistas podem produzir "*insights*" nos pesquisadores, ajudando-os a entender as relações entre os dados obtidos e a compreender melhor o fenômeno a ser pesquisado. Outras fontes de dados incluem a observação do ambiente, conversas informais, presença em reuniões, *surveys* aplicados dentro da organização, obtenção de dados objetivos e consultas a arquivos (VOSS, TSIKRIKTSIS E FROHLICH, 2002).

Para este estudo, foram entrevistados executivos e pessoal técnico envolvido no desenvolvimento de inovações das áreas de Desenvolvimento de Produtos, Engenharia e Gestão de Inovações, em dois níveis de análise:

- <u>Análise da estrutura organizacional e ferramentas e práticas de gestão do processo de desenvolvimento de inovações incrementais e radicais</u> - Análise da estrutura organizacional voltada para inovação na empresa e de seu processo de gestão, usando perguntas típicas, como: "Como a empresa está formalmente organizada para inovar, ou seja, quais estruturas funcionais são dedicadas ou têm participação no processo de desenvolvimento de inovações?"; "Qual seu processo de desenvolvimento?"; "Há separação entre as estruturas organizacionais e processos de gestão para inovações incrementais e radicais?". Para obter estes dados, foram entrevistados o(s) responsável(is) pela área de P&D e/ou de Inovação.
- <u>Análise de projetos de inovação desenvolvidos</u> – Analisou-se em detalhes o histórico, desde a geração da ideia até o início de produção, do processo de

desenvolvimento de pelo menos dois novos produtos em cada empresa estudada, e que tenham sido bem sucedidos. Nesta etapa, procurou-se entrevistar o coordenador do projeto, identificando quais áreas da estrutura organizacional da empresa foram envolvidas na prática com o desenvolvimento da inovação. Além disso, foi possível identificar o tipo de envolvimento de fornecedores, clientes ou outras instituições externas à empresa no processo. Os projetos foram selecionados pelos entrevistados[4], de acordo com sua importância para a empresa e por representarem diferentes tipos de inovações (radical e incremental) e diferentes categorias de produtos (*commodities, pseudo-commodities* ou *especialidades*[5]).

É importante discutir em maiores detalhes qual o critério de escolha de empresas e projetos de inovação bem sucedidos. De acordo com o Manual de Oslo[6] (2005), uma atividade de inovação pode ser considerada bem sucedida quando resulta na sua implementação, ou seja, quando a inovação passa a ser comercializada, mesmo que não obtenha sucesso comercial. O sucesso comercial de uma inovação dependeria de diversos fatores, mas certamente também depende da qualidade de seu processo de desenvolvimento.

Além das entrevistas, foi importante a observação "*in loco*" das empresas, de documentos disponíveis para consulta, de publicações especializadas e outras fontes de informação, procurando evidenciar a real prática e organização para desenvolvimento de inovações.

Os questionários básicos para a condução das entrevistas encontram-se nos Apêndices I (Análise da Estrutura Organizacional) e Apêndice II (Análise de Projetos de Inovação).

---

[4] Como os projetos de desenvolvimento de inovações costumam ser assunto sensível e sigiloso para as empresas, deixou-se o entrevistado à vontade para escolher qual projeto poderia ser pesquisado, dentro das condições previstas na pesquisa. Contudo, alguns projetos propostos pelos entrevistados, como se verá adiante, ainda não chegaram a ser implementados, mas foram selecionados mesmo assim, por serem casos exemplares de inovação radical nas empresas.

[5] No Capítulo 3 será feita a definição e discussão das três diferentes categorias de produtos.

[6] O Manual de Oslo é editado pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) com o objetivo de padronizar conceitos, metodologias, construção de estatísticas e indicadores de P&D e inovação.

2.4 Análise dos Dados

Um dos objetivos deste trabalho é a identificação e discussão do processo de desenvolvimento de inovações, procurando saber se haveria um padrão de relação entre as diferentes áreas funcionais de uma empresa, bem como entre seus parceiros externos (fornecedores, clientes, instituições de ensino e pesquisa, etc.) para o desenvolvimento de inovações radicais e incrementais.

Além disso, procurou-se comparar diferentes empresas e tipos de projetos desenvolvidos por cada uma delas, buscando similaridades e diferenças, para responder à questão de como as indústrias do setor petroquímico brasileiro organizam seu processo de desenvolver inovações.

Na análise dos dados sobre a estrutura organizacional das empresas, utilizou-se o conteúdo das entrevistas realizadas de acordo com os questionários apresentados no Apêndice I.

Para a análise dos dados sobre os projetos de inovação, utilizou-se, além do conteúdo das entrevistas, o método de Análise de Redes Sociais (ARS), ou "*Social Network Analysis*". Segundo Scott (2000), a ARS é o método mais apropriado para lidar com dados relacionais, ou seja, dados que expressam relações entre agentes (indivíduos, grupos ou organizações) e que não podem ser reduzidos às propriedades dos mesmos, como é o caso das relações entre as diferentes áreas funcionais ou parceiros da empresa no desenvolvimento de inovações.

A ARS tem por objetivo demonstrar o padrão de interação entre agentes. É baseada no princípio de que as relações entre os agentes e não somente suas características são importantes como indicadores de propriedades de um grupo social. A ARS reconhece que a forma pela qual um agente vive depende em boa parte de como este agente é conectado a outros em uma rede social. O sucesso ou fracasso de grupos de interação social dependeria não só das características individuais, mas da forma de como os agentes estão conectados.

Uma vez que o processo de inovar, assim como outros que acontecem no ambiente empresarial, é eminentemente social, baseando-se na interação de indivíduos, grupos funcionais ou diferentes organizações, o uso da ARS como

ferramenta de análise mostra-se relevante, especialmente como forma de comparar os diferentes processos utilizados em diferentes empresas.

As origens da ARS remontam à psicologia social de grupos desenvolvida na primeira metade do século XX. Seu uso foi desenvolvido na antropologia e na sociologia. Emergiu como um modelo estruturado de análise de dados a partir dos anos 1970, quando da introdução de matrizes e sociogramas (Figura 3) para interpretação das redes sociais. Desde então seu uso tem crescido em pesquisas sobre gestão e organização de trabalho e recursos humanos (Scott, 2000). Podem-se citar como exemplo os trabalhos de Ribeiro Jr. (2008), sobre Gestão de Conhecimento em um Laboratório de Pesquisa, de Liu, Xiao e Liu (2008), sobre a Gestão de Inovação em um empresa têxtil chinesa, e de Antioco, Moenaert e Lindgreen (2008), sobre processos de tomada de decisão em projetos de desenvolvimento de novos produtos.

Hanneman e Riddle (2005) apresentam três motivos para se utilizar ARS como ferramenta de análise no estudo de interações entre diferentes atores:

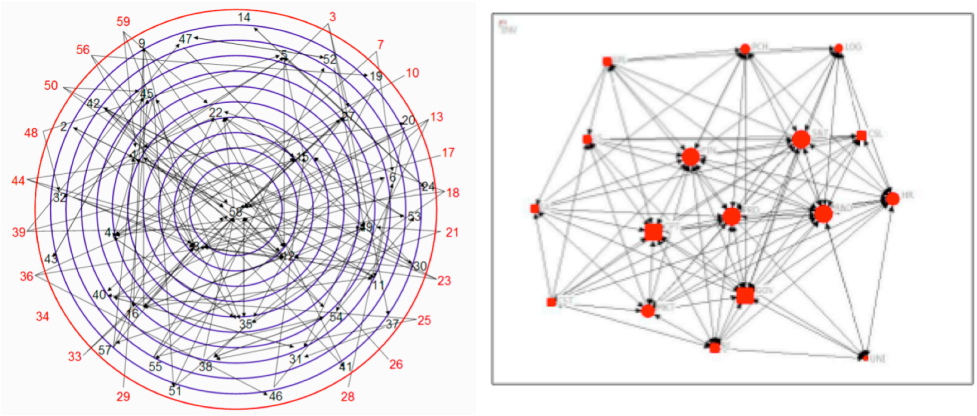


Figura 3 – Exemplos de sociogramas
Extraídos de Liu, Xiao e Liu (2008) e Ribeiro Jr. (2008)

- O uso de matrizes e sociogramas resume e apresenta grande quantidade de informação de maneira sistemática e completa;
- Permitem o uso de softwares para análise de padrões de relacionamento que seriam difíceis de serem identificados em uma análise puramente qualitativa;
- Possuem conjunto de regras e convenções que facilitam a análise cruzada de dados e comparação entre diferentes pesquisas

A ARS busca identificar os atributos de uma rede social para entender seu padrão e dinâmica de desenvolvimento. Os principais atributos utilizados nesta análise são, segundo Scott (2000) e Hanneman e Riddle (2005):

- Densidade (*Density*): mede o nível geral de ligações entre diferentes agentes em uma rede. É medida pela relação entre o número real e o número total possível de ligações em uma rede.
- Centralidade (*Centrality*): é também chamada de grau e reflete como um agente (ou "nó") de um sociograma está conectado ao ambiente local, através do número de conexões que ele possui. Pode ser interpretado como uma medida indireta do poder de um agente em uma rede, pois avalia como é distribuído o acesso à informação e ao conhecimento. Quanto maior o grau de centralidade de um ator, maiores são as possibilidades de acesso a informações – ele está no "centro" do projeto. Além dos valores absolutos de centralidade, é interessante verificar o comportamento de sua variação entre os diferentes atores de uma rede: quanto maior a variação, significa que a comunicação não é homogênea em toda rede, com alguns indivíduos estando mais bem posicionados que outros, ou seja, com maior "poder".
- A Intermediação (*Betweeness*), também chamada de proximidade, mede o quanto um nó desempenha o papel de intermediação entre diferentes nós de uma rede. Um ator com poucas conexões pode desempenhar um papel importante em uma rede ao conectar diferentes grupos de atores, funcionando como um "*gatekeeper*" ou um agente difusor de conhecimentos e informações. Assim como a centralidade, é importante avaliar não só seu valor absoluto, mas a variação da intermediação entre os atores: quanto maior a variação, mais um (ou vários atores) se destacam como *gatekeepers*, ou seja, controlam a comunicação em uma rede.

As matrizes de adjacência (que contêm os dados relacionais), os sociogramas e seus respectivos atributos são calculados utilizando-se softwares próprios para ARS, como o Ucinet VI e o Netdraw, desenvolvidos por cientistas da Universidade da California e disponíveis para aquisição no sítio

http://www.analytictech.com/downloaduc6.htm.

Através da análise dos sociogramas e seus atributos (densidade, centralidade e intermediação) dos processos de desenvolvimento dos projetos de inovação analisados, procurar-se-á identificar semelhanças e diferenças, comparando as relações que ocorrem entre os agentes nas empresas pesquisadas. Assim, tem-se um panorama de como as indústrias petroquímicas brasileiras desenvolvem seus projetos de inovações, auxiliando na resposta à questão II desta pesquisa.

3. CARACTERIZAÇÃO SETOR PETROQUÍMICO NO BRASIL

Conforme já apresentado na Introdução e no capítulo 2 desta tese, o foco da pesquisa é o setor petroquímico. Para um melhor entendimento do porquê da escolha desta indústria como o setor a ser analisado, a seguir será feita uma descrição do que exatamente significa a indústria petroquímica, sua relevância econômica para a indústria brasileira, e uma discussão sobre suas estratégias e motivações para inovar.

A Indústria Petroquímica

A indústria química é fornecedora de matérias primas e produtos para diversos setores produtivos, da agricultura ao aeroespacial, e por esta razão, é caracterizada por reunir um conjunto diversificado de empresas, que produzem desde produtos químicos básicos, como soda cáustica, ácido sulfúrico, eteno e propeno, até perfumes e cosméticos, passando por fertilizantes, pesticidas, aditivos alimentares e plásticos. Em comum, este setor possui sua base tecnológica de produto e de processo, derivada da Química.

O faturamento da indústria química mundial foi de US$ 2,8 trilhões em 2006. No Brasil, o faturamento da indústria química em 2008 foi de R$ 220,1 bilhões (ou aproximadamente US$ 123,2 bilhões), o que faz da indústria química nacional a nona maior do mundo. A contribuição do setor na formação do PIB nacional é estimada em 3,2%, a terceira entre todos os setores, ou cerca de 11% do PIB Industrial. Há cerca de 5.500 empresas químicas operando no país, gerando mais de 340 mil empregos diretos e respondendo por 15% do total de impostos e taxas gerados em todos os setores industriais. Até 2012, estima-se que US$ 20,3 bilhões serão investidos em novas plantas e na ampliação e modernização da capacidade produtiva já existente[7] (ABIQUIM, 2008).

A indústria petroquímica é parte integrante da indústria química, e de forma genérica pode ser classificada como a cadeia produtiva estruturada em torno da utilização de derivados de petróleo, principalmente a nafta, da qual se produzem substâncias como o eteno, propeno e outros hidrocarbonetos aromáticos. A partir

---

[7] Desses US$ 20,3 bi, US$ 9,3 bi correspondem a projetos já em andamento, US$ 9 bi a projetos em estudo e US$ 2 bilhões a projetos de manutenção e investimentos em melhorias de processo, segurança e meio ambiente.

destas substâncias básicas, são produzidos, entre outros, resinas plásticas como o polietileno, o PVC (policloreto de vinila), o PET (polietileno tereftalato), a poliamida, polipropileno, poliésteres, óxido de eteno e glicóis. Estes materiais têm diferentes aplicações em diversas indústrias, como automotiva, tintas e vernizes, cosméticos, plásticos, eletrônica e até alimentícia, entre outras. (GARCIA e NAKANO, 2006 e GOMES, DVORSAK e HEIL, 2005)

Devido a diferenças de classificação de tipos de indústria entre os países[8] e à forma como a ABIQUIM (Associação Brasileira de Indústria Química) contabiliza as estatísticas de cada empresa, fica difícil precisar com exatidão a parcela referente aos produtos petroquímicos, mas estima-se que eles correspondam a cerca de 30% do faturamento total da indústria química (GARCIA e NAKANO, 2006).

A ABIQUIM utiliza como critério de classificação da indústria a divisão feita pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) conforme o CNAE (Classificação Nacional de Atividade Econômica), que é baseada na NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul). Esta classificação é feita por segmentos industriais: *Produtos químicos de uso industrial, Produtos farmacêuticos, Higiene pessoal, perfumes e cosméticos, Adubos e fertilizantes, Sabões e detergentes, Defensivos agrícolas e Tintas, vernizes e esmaltes*. Destes setores, o mais significativo é o de *Produtos químicos de uso industrial*, que corresponde a cerca de 40% do faturamento da indústria química nacional. Este segmento é quase todo ele formado pela indústria petroquímica, com exceção dos produtos químicos inorgânicos (cloro, intermediários para fertilizantes e outros produtos inorgânicos).

Ainda que haja divergências quanto ao critério usado para classificação, é importante do ponto de vista da Engenharia de Produção estudar o setor petroquímico isoladamente. Baseando-se na noção mais ampla de que um setor industrial não é somente formado ao redor de conceitos de tecnologia e produto/mercado e sim a de "campo organizacional", ou seja, uma comunidade de grupos ou organizações que compartilham de um mesmo sistema de crenças, que interagem entre si mais frequentemente do que com organizações fora de seu campo ou que estabelecem debates em torno de assuntos comuns, pode-se dizer

---

[8] Existem dois critérios para classificação da indústria química: baseada em atividades e baseada em produtos. A primeira inclui a NAICS (*North American Industry Classification System*), adotadas pelos países da NAFTA e a ISIC (*International Standard Industrial Classification of All Economic Activities*), adotada pela ONU. Entre a classificação por produtos estão a CPC (*Central Product Classification*) e a NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul) (WONGTSCHOSWKI, 2002)

que a indústria petroquímica, dadas suas características tecnológicas e institucionais, forma um setor relevante para ser estudado independentemente, uma vez que suas características estruturais em grande parte determinam suas estratégias empresariais (GARCIA e NAKANO, 2006).

Estrutura do setor

A indústria petroquímica é caracterizada por não ter contato com o mercado consumidor final. Seus produtos são utilizados por outros setores produtivos, como por exemplo têxtil, embalagens, automotivo, alimentício e cosméticos, fazendo parte dos estágios iniciais de diversas cadeias produtivas.

Sua estrutura interna pode ser dividida em três estágios (Figura 4): as empresas de primeira, segunda e terceira gerações. Empresas de primeira geração são aquelas que recebem os insumos da indústria de petróleo (nafta, gás natural, gás de refinaria, etc.) e os transformam nas matérias primas básicas da indústria – as *olefinas (*eteno, propeno e butadieno) e os produtos *aromáticos* (benzeno, tolueno e xileno). São chamadas de centrais petroquímicas, e por facilidade de logística de suprimentos, localizam-se em geral perto de suas fontes de matérias primas: as refinarias de petróleo e campos de produção de gás natural.

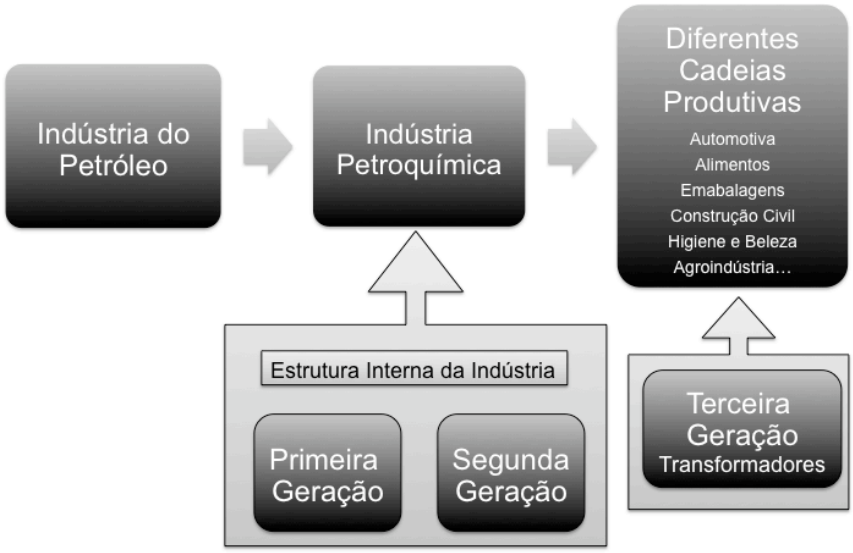


Figura 4 – Indústria Petroquímica
Fonte: Adaptado de Garcia e Nakano (2006)

As empresas de segunda geração são aquelas que recebem os petroquímicos básicos e os transformam em produtos como o acetato de vinila,

óxido de eteno e fenol, a serem utilizados pelas indústrias de terceira geração, fabricando intermediários para tintas e detergentes, por exemplo, ou diretamente nos chamados petroquímicos finais, que são as resinas plásticas como o PVC, o polietileno e o polipropileno. Também devido à logística de suprimentos, as dificuldades de transporte dos produtos (gases e líquidos inflamáveis) e aos volumes envolvidos, as empresas de segunda geração normalmente se localizam ao redor das empresas de primeira geração, formando os chamados *pólos petroquímicos*.

As empresas de terceira geração são aquelas onde os produtos finais são quimicamente modificados ou conformados em produtos de consumo, a partir dos produtos das empresas de segunda geração. A indústria do plástico é o setor que movimenta a maior quantidade de produtos fabricados com materiais petroquímicos. A partir da terceira geração fica mais difícil identificar um único setor, pois esta inclui empresas bastante diversificadas como as transformadoras de plástico, as produtoras de cosméticos e produtos de higiene, farmacêuticos e até alimentícias. Portanto, este trabalho considerará apenas as empresas de primeira e segunda geração em seu estudo.

Pode-se dividir os produtos da indústria química em quatro categorias: *commodities, pseudo-commodities, produtos de química fina* e *especialidades químicas*. Os produtos da indústria petroquímica, em sua maioria, pertencem às duas primeiras categorias . As *commodities* são compostos químicos produzidos em larga escala, com especificações padronizadas, utilizados em ampla variedade de aplicações, e geralmente têm sua venda concentrada em poucos clientes. São exemplos dessa categoria produtos como eteno, propeno e óxido de eteno. As *pseudo-commodities*, embora também caracterizadas por grande volume de vendas, diferenciam-se das commodities por serem comercializadas com base em especificações de desempenho, como as resinas termoplásticas: duas resinas de mesma composição química podem apresentar por exemplo, diferenças de resistência mecânica, dureza, etc. Os *produtos de química fina* assemelham-se às *commodities* por serem não diferenciados e geralmente não patenteados, mas são, ao contrário destas, produzidos em pequena escala, geralmente de acordo com padrões do tipo “USP” (United States Pharmacopeia), como o ácido acetilsalicílico e sacarina. As *especialidades químicas* são produtos diferenciados, projetados para finalidades específicas do cliente, como catalisadores, corantes, enzimas e aditivos (WONGTSCHOWSKI, 2002).

As principais fontes de matéria prima da indústria petroquímica são a nafta (derivado de petróleo) e o gás natural, evidenciando a dependência do setor da indústria do petróleo. Essa dependência tem levado algumas empresas do setor a adotarem estratégias de verticalização em direção às fontes de matéria prima e, por outro lado, empresas produtoras de petróleo avançam em direção à indústria petroquímica, buscando maior agregação de valor aos seus produtos, como a Petrobras, que vem investindo em petroquímicas (através de sua subsidiária Petroquisa, que é acionista da Braskem e da Quattor, nova empresa do setor no Brasil, formada pela união da Unipar, Polietilenos União, Petroquímica União, Rio Polímeros e Suzano Petroquímica).

Cenário Mundial

A indústria petroquímica mundial segue três modelos estruturais (GOMES, DVORSAK e HEIL, 2005):

- *Transnacionais químicas diversificadas,* que atuam em diferentes segmentos da indústria química, como a Basf, Bayer, Dupont e Dow, por exemplo.
- *Transnacionais integradas a partir do petróleo*, que integram a produção de petróleo a petroquímicas de primeira e segunda gerações, como a Exxon Mobil, BP, Shell, Total Fina Elf.
- *Empresas regionais integradas*, grande parte delas estatais, como a Sinopec (China), Sabic (Arábia Saudita), Pequiven (Venezuela), Reliance (India).

Nos últimos quinze anos houve um processo de consolidação no setor com diversas fusões e aquisições, em grande parte devido a busca de compartilhamento de riscos de investimentos, ampliação de escala produtiva e integração da cadeia produtiva desde a produção de petróleo até a petroquímica de segunda geração.

Neste período também houve o estabelecimento de uma divisão internacional de atividades produtivas entre os países desenvolvidos e emergentes. Nos primeiros, onde geralmente estão localizados as centrais administrativas e os laboratórios de pesquisa das grandes transnacionais, houve a concentração da fabricação de produtos de maior valor agregado, como as *pseudo-commodities* e especialidades químicas, enquanto que nos países emergentes concentrou-se a produção de *commodities*.

Contudo, com o maior crescimento econômico e desenvolvimento de setores industriais de maior valor agregado em países emergentes como a China, Índia,

México e Brasil, haveria a tendência de grandes empresas destes países passarem a investir no desenvolvimento de produtos diferenciados, aumentando sua participação a jusante da cadeia petroquímica. Notável é o exemplo da Reliance Industries, grupo indiano que iniciou suas atividades nos anos 70 no setor têxtil e partiu para a expansão rumo à indústria petroquímica e de petróleo. No início da década era uma das maiores empresas do setor no mundo e atualmente, investe em desenvolvimento de especialidades químicas e ciências da vida (WONGTCHOWSKI, 2002).

Cenário brasileiro

O setor petroquímico brasileiro encontra-se distribuído em quatro pólos petroquímicos – São Paulo (ABC - Santo André/Mauá), Bahia (Camaçari) e Rio Grande do Sul (Triunfo), mais a Rio Polímeros (pertencente ao grupo Quattor/ Braskem), que desde 2005 produz eteno e polietileno a partir do gás natural extraído na Bacia de Campos, em Duque de Caxias (RJ) (Quadro 1).

Além desses pólos já em operação, há dois grandes empreendimentos no setor em fase de implantação:

- Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, que deverá operar a partir de 2012, processando petróleo pesado da Bacia de Campos (RJ). É fruto de uma parceria entre a Petroquisa (subsidiária da Petrobras) e do Grupo Ultra.
- Complexo Petroquímico de Suape (PE), integrado à nova refinaria da Petrobras a ser implementada em Pernambuco, deve entrar em operação no segundo semestre de 2010, produzindo matéria prima para indústrias de embalagens e têxtil (ácido tereftálico purificado, a partir de p-xileno). Seu controle acionário pertence à Petroquisa (50%) e à Companhia Integrada Têxtil do Nordeste (CITENE, 50%).

A indústria petroquímica nacional iniciou nos anos 60, a partir da criação da Petroquisa e da implantação do GEIQUIM (Grupo Executivo da Indústria Química) que planejou e incentivou a formação das empresas, através do chamado “modelo tripartite”: o controle acionário das empresas seria dividido entre a Petrobras, capital privado nacional e capital estrangeiro (através do aporte de tecnologia). Embora o modelo tenha permitido a implantação e o desenvolvimento do setor, ele também propiciou a formação de empresas de médio porte isoladas no lugar de algumas grandes empresas integradas e um complexa constituição acionária, com

cruzamentos entre acionistas em diferentes empresas (o chamado “nó-petroquímico”). Estas características dificultaram o planejamento de médio e longo prazo no setor (WONGTSCHOWSKI, 2002, GARCIA e NAKANO, 2006)

	Pólos Petroquímicos em operação			
	ABC	*Camaçari*	*Triunfo*	*Rio de Janeiro*
Início de Operação	1972	1978	1982	2005
Central petroquímica	Quattor/Braskem (PQU)	Braskem (Copene)	Braskem (Copesul)	Quattor/Braskem (Rio Polímeros)
Capacidade (kton/ano)	1.310	2.737	2.152	595
Principais produtos e capacidade (kton/ano)	Eteno (500 – 700 após ago/08) Propeno (250) Benzeno (200) Xileno (80) Butadieno (80)	Eteno (1.280) Propeno (550) Benzeno (427) Xileno (305) Butadieno (175)	Eteno (1.135) Propeno (581) Benzeno (265) Xileno (66) Butadieno (105)	Eteno (520) Propeno (75)
Principais Empresas	Quattor/Braskem Oxiteno Solvay Rhodia Dow e CBE (Cubatão)	Braskem Oxiteno Deten Elequeiroz Dow	Braskem DSM Lanexess Innova Oxiteno	Quattor/Braskem

Quadro 1 – Composição e Capacidades Produtivas dos Pólos Petroquímicos em operação no Brasil. Elaborado pela autora, a partir de dados de ABIQUIM (2008)

Uma grande mudança no setor ocorreu no início dos anos 90, com a abertura do mercado às importações e a diminuição do papel da Petroquisa no setor, com a venda de sua participação acionária em diversas empresas. O setor continuou pulverizado entre diferentes empresas não integradas, o que, aliado à recessão econômica do período, fez com que praticamente não houvesse investimentos e ampliação de produção no período.

Em 2002, com os grupos Mariani e Odebrecht assumindo o controle acionário da Copene (Central Petroquímica do Nordeste), foi criada a Braskem, a primeira petroquímica brasileira a integrar a primeira e segunda gerações, ao menos do ponto de vista do controle acionário. A empresa também assumiu a Central Petroquímica do Sul (Copesul), tornando-se a maior empresa petroquímica nacional.

O processo de integração dos ativos, capital acionário e atividades produtivas prosseguiu com a criação, em 2008, da Quattor, empresa que reúne as centrais petroquímicas do ABC (PQU) e do Rio de Janeiro (aliadas a empresas de segunda

geração – Unipar, Suzano, Polietilenos União e Riopol), e que tem como principais acionistas a Petrobras e a Unipar.[9]

Cabe ressaltar a crescente participação da Petrobras no setor – que é sócia, através da Petroquisa - tanto da Braskem quanto da Quattor, além de liderar os investimentos nos novos pólos do Rio de Janeiro e Pernambuco. Esta participação é fruto de sua orientação estratégica, que visa o fortalecimento de sua atuação no setor petroquímico[10].

Se por um lado o Brasil é grande fabricante de produtos químicos (9º maior do mundo), especialmente de *commodities* e *pseudo-commodities*, por outro ainda depende de importações, notadamente de produtos de maior valor agregado, como especialidades químicas e plásticos de engenharia, como mostra a balança comercial do setor (Gráfico 1):

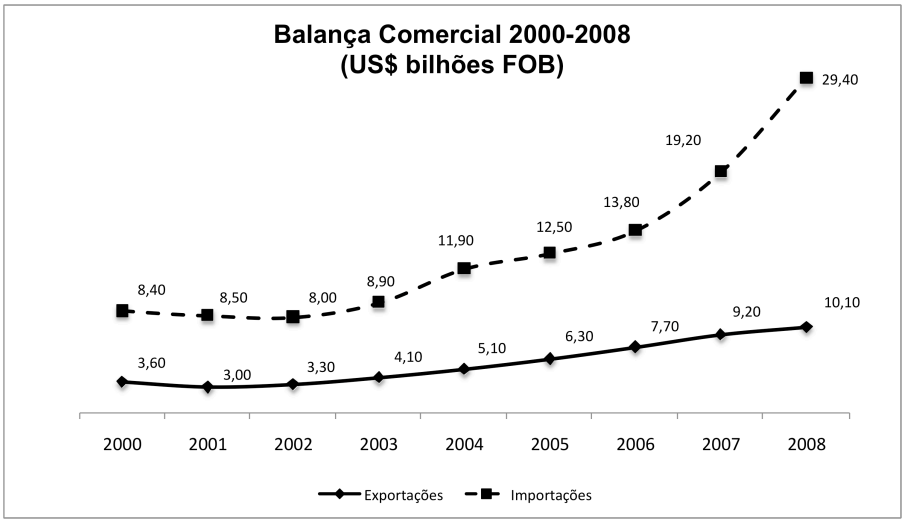


Gráfico 1 – Balança Comercial Brasileira de Produtos Químicos de Uso Industrial
Fonte: ABIQUIM (2008)

3.1. Inovação e Competitividade no Setor

As motivações para inovação na indústria petroquímica estão ligadas à necessidade de manter a competitividade em situações de risco para a sobrevivência da empresa. Wongtschowski (2002) identifica duas fontes de

---

9 A Quattor está em processo de fusão com a Braskem, formando uma das maiores empresas produtoras de resinas plásticas do mundo.

10 O plano estratégico para aumento de rentabilidade prevê a ampliação dos negócios em petroquímica no Brasil e na América do Sul (www.acionista.com.br/home/petrobras/140807_plano_estrategico.pdf)

vulnerabilidade que podem trazer riscos para a indústria química/petroquímica:

- *Incertezas na demanda*: ciclos de preços e demanda, substituição de produtos (por exemplo, borracha natural por sintética, polietileno de baixa densidade por polietileno linear de baixa densidade), restrições ambientais (como o banimento dos compostos organoclorados) e alterações nos hábitos consumo (substituição de embalagens de poliestireno expandido por papelão).
- *Incertezas tecnológicas*: ligadas à produção ou ao uso de produtos químicos. Este é um fator importante do ponto de vista da indústria petroquímica, dada sua alta intensidade tecnológica. Desenvolvimento de novos processos (aumentando eficiência energética ou impacto ambiental), desenvolvimento de novas fontes de matérias primas, de catalisadores, no projeto de equipamentos, na legislação ambiental e mudanças nas aplicações dos produtos podem ter impactos significativos na competitividade da indústria.

Para lidar com estas incertezas e manter posição competitiva sustentável ao longo do tempo, inovar em produtos e ou/processos passa a ser fundamental. Desta maneira, seria possível aumentar margens de lucro, oferecer maior variedade de produtos para diferentes mercados e principalmente, acompanhar a evolução tecnológica do setor.

Para inovar, as empresas podem adquirir tecnologia externamente, comprando-a, ou através de alianças tecnológicas e contratos cooperativos. Ou ainda, o que seria a solução mais eficiente a médio e longo prazo, o desenvolvimento de competência tecnológica própria, através de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento. Dessa forma, a empresa passa a dominar a tecnologia de produto e processo, possibilitando efetuar mudanças nas matérias primas, produtos, processos e testar novas aplicações (WONGTSCHOWSKI, 2002).

Ainda que estas incertezas tenham impactos relevantes na competitividade do setor em comparação a outros setores da economia, a *velocidade evolutiva*[11] da indústria petroquímica pode ser considerada baixa (pelo menos até o início da década de 2000). O período para a evolução da tecnologia do produto da indústria petroquímica pode ser estimado, de acordo com o Fine (1999), entre 10 e 20 anos, enquanto que a tecnologia de processo teria um ciclo evolucionário de 20 a 40 anos.

---

[11] Velocidade evolutiva – no original em inglês “clockspeed” – significa o ritmo de evolução dos processos e da organização em um determinado setor ao longo do tempo (Fine, 1999).

Como exemplo desta baixa velocidade de evolução, pode-se citar o caso do processo de fabricação de espuma de poliuretano (PU). Até o final dos anos 70, toda espuma de PU era produzida a partir de diisocianato de tolueno (TDI). Nessa época, foi desenvolvido um novo processo, mais eficiente, que utiliza diisocianato de metila (MDI) polimérico. Após cerca de 20 anos da introdução do novo processo, ainda cerca de 50% da produção mundial de espumas era baseada em TDI (WONGSTCHOWSKI, 2002).

A razão para a reduzida velocidade evolutiva pode estar ligada ao fato da indústria petroquímica ser de capital intensivo, ou seja, requerer altos investimentos, o que significa horizonte maior para remuneração do capital investido. Além disso, o período de desenvolvimento de um nova tecnologia ou produto químico pode ser longo, pois estes demandam desenvolvimento de conhecimentos que muitas vezes estão na fronteira da pesquisa básica, que devido a seu alto grau de incerteza, requer longos períodos de testes e avaliações. Um exemplo é o desenvolvimento de novos catalisadores (elementos fundamentais na eficiência de um processo químico), que pode levar até cinco anos.

Porém, nos últimos anos, a indústria petroquímica vem sendo desafiada a repensar suas estratégias tecnológicas em função da instabilidade do fornecimento de petróleo e das pressões ambientais. Empresas nacionais como a Braskem, a Quattor e a Oxiteno estão investindo em pesquisa de novos processos para a obtenção de produtos utilizando o álcool e outras fontes renováveis de matéria prima, por exemplo. Além disso, a redução das margens de lucro em produtos *commodities* é crescente no setor, fruto do aumento da oferta deste tipo de produto, especialmente por empresas do Oriente Médio, cujas vantagens em relação a custo e facilidade de acesso a matérias primas são insuperáveis.

A disponibilidade de petróleo, a redução de margens e as regulamentações ambientais mais rígidas fazem com que a pressão por uma maior velocidade evolutiva da indústria cresça, forçando a indústria a inovar mais, e mais rapidamente, em processos e produtos.

As empresas do setor petroquímico adotam duas estratégias competitivas básicas, de acordo com a tipologia de Porter (1980): *liderança em custo* e *diferenciação.* A estratégia de liderança em custo é aplicada às produtoras de *commodities* enquanto que a diferenciação é utilizada pelas produtoras de *pseudo-commodities* e especialidades químicas. As grandes empresas que integram a

primeira e a segunda gerações costumam lançar mão das duas estratégias simultaneamente, de acordo com o tipo de produto (WONGTSCHOWSKI, 2002 e GARCIA e NAKANO, 2006)

Para obter *liderança em custo*, as empresas produtoras de *commodities*, ou seja, as empresas de primeira e segunda gerações, adotam duas estratégias de operação básicas:

- *Economia de escala e eficiência econômica*, obtida pelos altos volumes de produção e a integração a montante na cadeia, com a integração de atividades desde a produção do petróleo até a segunda geração.
- *Eficiência de processo*: o esforço de inovação tecnológica é fortemente voltado para a otimização dos processos produtivos, buscando maior produtividade (melhorando controles de processo e catalisadores, eficiência energética, redução de efluentes) ou obtendo produtos com elevados graus de pureza.

Já a estratégia de *diferenciação*, adotada pelas empresas de segunda geração produtoras de *pseudo-commodities*, consiste em aprimorar o processo produtivo, obtendo produtos com maiores graus de pureza (inovando em processos) ou em obter produtos com especificações de desempenho superiores (inovações em produtos), o que pode, por exemplo, pode ser obtido através do uso de aditivos, especialmente em resinas plásticas.

Para empresas de segunda ou terceira geração que desenvolvem especialidades químicas, a inovação em produtos significa obter novas moléculas, ou seja, compostos químicos derivados das matérias primas disponíveis na empresa, ou ainda desenvolver novas aplicações para moléculas já existentes. Em ambos os casos, tanto de *pseudo-commodities* quanto de especialidades químicas, a interação com as empresas a jusante na cadeia (transformadoras ou de terceira geração) é fundamental para o desenvolvimento de inovações.

O Quadro 2 apresenta um resumo das principais estratégias de mercado e inovação na indústria petroquímica.

Por este quadro e pelo atual cenário da indústria petroquímica brasileira, com indústrias integradas de primeira e segunda geração, percebe-se que não haveria uma clara distinção entre as estratégias competitivas adotadas. Ou seja**, a indústria está sendo compelida a inovar simultaneamente em produtos e processos, ou a liderar em custo e diferenciar produtos, o que traz um novo desafio: como**

lidar simultaneamente com as duas estratégias.

	Tipo de Produto		
Estratégia Competitiva	Commodites	Pseudo-Commodities	*Especialidades Químicas*
Liderança em Custo	Economia de escala Eficiência de processo		
Diferenciação		Produtos com maior grau de pureza Especificações de desempenho superiores	Novas moléculas (novos compostos químicos) Novas aplicações para produtos existentes
Estratégia de Inovação	**Inovação em Processo**	**Inovação em Processo e Produto**	**Inovação em Produto**

Quadro 2 – Estratégias Competitivas e de Inovação na Indústria Petroquímica
Elaborado pela autora

Investimentos em Inovação na Indústria – Brasil e Mundo

Estima-se que a média do volume de investimentos em P&D da indústria petroquímica dos países desenvolvidos (Japão, EUA e Europa) seja de cerca de 2,5% do volume total de vendas para produtos petroquímicos básicos, enquanto que em resinas plásticas este valor seria de 3,5%, em valores do ano 2000 (Ren, 2006). Estes valores são relativamente baixos quando comparados a outros setores com velocidade evolutiva mais elevada como o eletrônico (7,5%) e o farmacêutico (11.5%)[12].

Petroquímicas produtoras de *commodities* e de primeira e segunda geração como a Exxon Mobil, BP Ammoco, Shell e ChevronPhillps investem de 0,4 a 0,6% de seu faturamento em P&D – incluídas aí as operações de petróleo. Enquanto isso, empresas como a Basf e Dow, produtoras de especialidades químicas e consideradas de terceira geração, investem cerca de 3,0% de seu faturamento em P&D[13].

No Brasil, o volume de recursos investidos em P&D é substancialmente inferior ao das empresas estrangeiras, dada sua escala de faturamento inferior e uma demanda inferior por novos produtos nas empresas a jusante na cadeia

[12] Dados de Jaruzelski, Dehoff e Bordia (2006), relativos a média das mil empresas globais que mais investiram em P&D no ano de 2005.
[13] Dados obtidos em Ren (2009).

(COUTINHO, 2004). O valor médio dos gastos internos em P&D no setor é de 0,55% do faturamento líquido, considerando toda a indústria química. A média dos dispêndios em atividades inovadoras sobre o faturamento líquido para a indústria química é de 2,5%, contra 2,77% da indústria como um todo[14]. Em uma pesquisa realizada com oito empresas nacionais do segmento petroquímico de primeira e segunda geração, Garcia e Nakano (2006) encontram um panorama similar: a média de investimentos em atividades inovativas encontrada foi de 1,1%, com um mínimo de 0,11% e máximo de 2,0%.

Ainda que o volume de recursos investidos seja menor que a média da indústria, o setor químico/petroquímico inova mais que a média da indústria. Pelos dados da PINTEC (2007), 50% das indústrias químicas implementaram inovações no período de 2003 a 2005, contra 33,4% da média da indústria.

Tendo-se em vista o que foi exposto acima, a indústria petroquímica nacional é um setor relevante para o desenvolvimento deste estudo – tanto por sua importância para a indústria, quanto por sua disposição para se tornar um setor mais inovador. Mais que isso, pode-se considerar esse setor um verdadeiro laboratório para a organização de inovação, sobretudo a radical, uma vez que vive um momento de transição de um setor maduro produtor de *commodities* para fornecedor de produtos de maior valor agregado, o que exige mais investimentos em inovação e que o torna um objeto de estudo interessante para a tese defendida nesta pesquisa.

A seguir, serão discutidos os fatores que influenciam na configuração da organização para inovação no setor petroquímico brasileiro.

Fatores que influenciam na organização para inovação no setor petroquímico

Para se discutir quais os critérios de um Projeto Organizacional voltado para inovação radical e incremental, seria necessário discutir *como* as empresas do setor petroquímico brasileiro decidem por suas estruturas para inovação, o que responde à questão III desta pesquisa. Entender quais os motivos que levam uma empresa e seu setor a adotar determinado Projeto Organizacional auxilia no processo de estabelecer um modelo prescritivo de quais critérios deveriam ser adotados, caso uma empresa deseje inovar radical e incrementalmente ao mesmo tempo. Seriam estes critérios específicos de um determinado setor? Ou dependem da estratégia

---

[14] Dados obtidos em PINTEC (2007).

adotada por uma determinada empresa? A seguir, é feita uma discussão a partir da análise dos fatores externos e internos à empresa que influenciam a decisão sobre a organização para inovação.

A análise dos motivos que levam diferentes empresas a adotar diversos modelos de inovação é oriunda da literatura em Microeconomia e Administração e pode ser agrupada em duas grandes correntes (GALENDE e DE LA FUENTE, 2003):

- *o Modelo da Organização Industrial:* considera mais importante os fatores externos à empresa, em especial a tecnologia como fator determinante.
- *o Modelo Evolucionário*: considera a inovação como um processo dinâmico e cumulativo, sendo o conhecimento organizacional fator fundamental na determinação do comportamento inovativo de uma empresa. Ou seja, o comportamento individual de cada empresa seria importante na definição de seu modelo de inovação.

A partir dessas duas perspectivas, existiriam fatores externos e internos à empresa que influenciariam a forma pelo qual elas adotam diferentes modelos de inovação. Neste trabalho, serão analisados quais os fatores externos e internos que influenciariam na adoção de um modelo de inovação, e por consequência, na decisão do Projeto Organizacional de empresas que atuam em um dado setor.

Fatores externos

Inovação possui uma natureza sistêmica: normalmente empresas não inovam isoladamente, mas em colaboração e interdependência com outras organizações, sejam elas outras empresas (fornecedores, clientes, competidores, etc.) ou organizações não empresariais como universidades, escolas e órgãos públicos. O comportamento das empresas inovadoras seria determinado por instituições com leis, normas, regras e rotinas, que ao mesmo tempo incentivam e dificultam a inovação. Essas organizações e instituições são componentes de um sistema para a criação e comercialização de conhecimento, de onde surgem as inovações, formando o “Sistema de Inovação” (EDQUIST, 2005).

Sendo assim, definida como um sistema, a inovação pode ser caracterizada da seguinte forma (EDQUIST, 2005):

- é formada por dois tipos de constituintes: componentes (organizações e instituições) e relações entre eles (competição, transação, formação

de redes de cooperação e colaboração), formando um todo coerente;

- possui uma função, ou seja, deve atingir um objetivo: "criação, difusão e exploração da inovação tecnológica em um sistema" (LIU e WHITE, 2001 apud EDQUIST, 2005);
- pode-se definir uma fronteira entre o sistema e o resto do mundo, ou seja, isolá-lo. Um sistema de inovação pode ser definido quanto a *setores ou geograficamente* – regional, nacional, local.

Neste trabalho, procura-se identificar os fatores que influenciam a decisão para a organização das atividades inovativas no setor petroquímico brasileiro. Portanto, têm-se dois níveis de sistema de inovação – quanto ao *setor* e à *localização*.

Quanto à localização, tem-se que empresas operando em diferentes regiões e países apresentariam comportamentos similares quanto a inovação, através da influência de condições econômicas (demanda e competição), provisão de recursos humanos e sistemas de incentivos e leis governamentais, que tanto podem incentivar ou prejudicar a inovação. É o que se denomina *Sistema Nacional de Inovação*, oriundo dos trabalhos de Freeman, Nelson e Lundvall (LUNDVALL, 2007). Por este modelo, seria razoável supor que empresas operando em um dado país estariam sujeitas às mesmas condições ambientais, e portanto, possuiriam modelos similares de inovar. Na seção anterior, foi feita uma breve discussão de como o cenário brasileiro (mercado e condições institucionais) ajudou a moldar a forma pela qual o setor petroquímico está estruturado no pais[15].

Já em relação ao setor, podem-se identificar padrões de inovação similares entre empresas operando em um mesmo segmento de indústria e/ou mercado. Vários trabalhos empíricos, entre eles o de Pavitt (1984) e de Malerba e Orsenigo (1993) contribuíram para estabelecer a idéia de que empresas operando em setores semelhantes tenderiam a organizar suas atividades inovativas da mesma maneira, em virtude de possuírem as mesmas bases de informação e tecnologia – como fornecedores, clientes, universidades e concorrentes – e por buscarem objetivos semelhantes em relação a inovação (NELSON e WINTER, 1982, PAVITT, 1984).

---

[15] Não é objetivo deste trabalho aprofundar a discussão das características do Sistema Nacional de Inovação no Brasil, mas sim saber como ele influencia a escolha do Projeto Organizacional para inovação no País. Para um maior detalhamento do Sistema Nacional de Inovação no Brasil, vide Suzigan e Furtado (2006).

Malerba (2005) define um setor como "*um conjunto de atividades unificadas por um grupo de produtos que suprem uma demanda atual ou futura e que compartilham uma base comum de conhecimento*". Dentro de um mesmo setor, as empresas tenderiam a adotar padrões similares ao inovar em função de três fatores principais:

- conhecimento e domínio tecnológico: um dado setor pode ser caracterizado por uma dada base específica de conhecimento, tecnologias e *inputs*, que evoluiriam com o tempo;
- atores e redes: um setor é composto por diferentes atores que podem ser organizações (fornecedores, clientes e organizações não empresariais como universidades, associações de classe, sindicatos, órgãos governamentais) ou indivíduos que interagem no processo de inovar;
- instituições: as ações e o conhecimento dos atores de um setor seriam moldados pelas instituições, que incluiriam normas, leis, rotinas, hábitos em comum, padrões, etc.

Ao longo do tempo, um setor muda suas características através da co-evolução dos fatores acima mencionados.

Pavitt (1984) identificou quatro padrões de inovação, analisando empresas em diferentes setores industriais, a partir de suas fontes de informação, motivações para inovar (cortar custos ou diferenciar de produtos), mecanismos de apropriação e importância de inovação no setor. O próprio autor discute que estes modelos não seriam exclusivos e estariam sujeitos a transformação ao longo do tempo. Estes padrões seriam:

- *Indústrias baseadas em ciência*: onde o desenvolvimento tecnológico é oriundo de laboratórios próprios de P&D e é bastante dependente do conhecimento, habilidades e técnicas oriundas da pesquisa acadêmica. Seu padrão de desenvolvimento tecnológico se dá através da busca por novos produtos e novos mercados para seus produtos. Setores típicos são as indústrias química e eletrônica.
- *Indústrias intensivas em escala:* desenvolvimento tecnológico oriundo do desenvolvimento de processos e produtos complexos, onde os ganhos de escala sejam a fonte de vantagens competitivas. Dados os altos volumes de investimento necessários para desenvolver novos sistemas e produtos, este setor tenderia a ser conservador, com inovações incrementais. As maiores

fontes de inovação são as áreas internas de P&D e engenharia, a experiência operacional e fornecedores especializados. Seu padrão de inovação é incremental em produtos e processos. Setores típicos: indústria automotiva, bens de consumo duráveis, produção de *commodities*.

- *Indústrias de fornecedores especializados*: geralmente são empresas pequenas que fornecem produtos e serviços de alta tecnologia para sistemas complexos de produção, processamento de informações ou desenvolvimento de produtos. Suas fontes de tecnologia são a necessidade de seus clientes e seu conhecimento especializado. Seu padrão de inovação é o acompanhamento do mercado e das necessidades de seus clientes. Setores típicos: software, instrumentos, máquinas.
- *Indústrias dominadas pelos fornecedores*: o desenvolvimento tecnológico é feito através de seus fornecedores de insumos e equipamentos. A inovação seria através da adoção de tecnologia de seus fornecedores, que por estarem disponíveis para todo o mercado, não formariam vantagem competitiva sustentável. Setores típicos: agricultura, indústria têxtil.

Complementarmente a esta taxonomia, Tidd, Pavitt, e Bessant (2001) acrescentaram o tipo *intensiva em informação,* que inclui a indústria de serviços, bancos e varejo, onde o papel da Tecnologia da Informação é decisivo para o desenvolvimento de novos produtos e obtenção de vantagens competitivas.

Esta visão de padrões setoriais de inovação é criticada na literatura, especialmente por autores como Teece e Pisano (1994), que enfatizam a importância dos conhecimentos e competências acumulados pela firma e não somente dos fatores externos à empresa na construção de sua capacidade inovadora. Mas é inegável que o ambiente exerce influência na construção da capacidade inovadora da empresa, da mesma forma que esta pode influenciá-lo.

E relação à indústria petroquímica, ainda que ela possa ser definida como um setor (a partir do conceito de Malerba (2005), por possuir uma base comum de conhecimento – a tecnologia química), identificam-se nela diferentes estratégias de inovação – mais intensa em produto ou processo, de acordo com a categoria de produto – *commodities*, *pseudo-commodities* ou especialidades químicas. Pela taxonomia de Pavitt (1984), poder-se-ia classificá-la como uma *indústria baseada em ciência* (para *pseudo-commodities* e especialidades químicas) e como *indústria intensiva em escala* (para *commodities* e *pseudo-commodities*).

Mas, mesmo com as diferenças de estratégia de inovação em função dos diferentes tipos de produto, graças à sua base comum de tecnologia, da similaridade das redes de inovação (atores em comum, como fornecedores e clientes) e das mesmas instituições (normas regulatórias para o setor, leis sobre inovação, etc), poder-se ia afirmar que as empresas do setor petroquímico formam um setor e, portanto, seria razoável supor que as empresas deste setor possuam padrões para inovação similares, e daí modelos de organização semelhantes.

Contudo, ainda que sejam identificados modelos comuns de inovação dentro de determinados setores, não se pode afirmar que todas as empresas adotam os mesmos processos e organização para inovar em um dado setor, mercado ou país. Podem-se encontrar grandes diferenças entre formas de inovar em um dado setor, como revelam pesquisas empíricas conduzidas por Galende e de la Fuente (2003) e Leiponen e Drejer (2007). A explicação para este fato estaria no comportamento das empresas frente aos fatores externos a ela. A seguir, serão discutidos os fatores internos que afetam a decisão sobre a organização do processo de inovação.

Fatores internos

Na Economia e na Administração, a teoria econômica neo-clássica é a forma tradicional de análise sobre Inovação. Essa teoria simplifica em excesso a visão da tecnologia, que seria considerada como um parâmetro da função produção, com natureza estática, exógena às empresas e com distribuição uniforme entre elas. Após os estudos de Schumpeter (1982), a tecnologia passou a ser melhor compreendida, sendo que foi entendido seu papel fundamental no desenvolvimento econômico. Schumpeter (op.cit.) propõe dois fatores, o tamanho da empresa e a organização do mercado, como determinantes do progresso tecnológico. Essa visão é fundamental para entender o papel dos fatores externos na inovação, mas não considera como a atividade inovadora é desenvolvida dentro da empresa (GALENDE e DE LA FUENTE, 2003 e LAZONICK, 2001 e 2005).

Outras perspectivas econômicas passaram a considerar outros fatores, internos à firma, como determinantes para inovação, como a Teoria Evolucionária (Nelson e Winter, 1982) e a da Visão Baseada em Recursos, derivada do trabalho de Penrose (1995) e discutida por Wernerfelt (1984), Peteraf (1993) e Teece, Pisano e Shuen (1997), entre outros.

A Teoria Evolucionária é centrada na análise de como as empresas desenvolvem seu processo inovador. Adota uma visão dinâmica da tecnologia, em um contexto de constante evolução e mudança, com dependência da história passada e de natureza irreversível. Mas ainda que essa visão destaque a racionalidade das empresas ao adotar uma dada trajetória, ela entende que o comportamento da empresa é determinado principalmente pelas características de seu setor industrial (LEIPONEN e DREJER, 2007 e GALENDE e DE LA FUENTE, 2003).

Já a Visão Baseada em Recursos (VBR) faz uma análise do processo de inovação interna à firma. Ela baseia-se no princípio de que os recursos de uma empresa, em especial suas competências, são a base para estratégias de diferenciação no mercado. As competências, que podem ser interpretadas como a base de conhecimento da empresa, seriam a fonte de vantagens competitivas porque, ao contrário de outros recursos tangíveis, são valiosas e escassas, não se depreciam com o uso (ao contrário, conhecimento se acumula ao longo do tempo) e não são facilmente transferíveis ou imitáveis. Conhecimento organizacional e competências seriam fonte de diferentes estratégias e comportamentos entre firmas e indústrias. E, portanto, fariam com que as empresas desenvolvessem conhecimentos e trajetórias que não são necessariamente homogêneos em cada tipo de indústria, ainda que certos padrões de comportamento possam persistir (WERNERFELT,1984, PETERAF,1993, TEECE, PISANO e SHUEN, 1997)

Contudo, Lazonick (2001) identifica algumas lacunas na VBR como fator que explicaria as diferentes estratégias de inovação verificadas em diferentes empresas. Para ele, faltaria a VBR detalhar melhor como e sob quais condições poderia se implementar este tipo de estratégia em uma empresa, ou como integrar a estratégia e a criação de conhecimento organizacional.

Ele propõe um modelo denominado *Condições Sociais da Empresa Inovadora (*em Inglês, *SCIE),* que seria a forma pela qual as empresas, através de uma estratégia de investimentos e, principalmente, de suas *condições organizacionais*, interage com as condições externas à empresa (industriais – tecnologia, mercado e competição e institucionais – mercado de trabalho, economia e marcos regulatórios), de maneira que estas sejam capazes de gerar produtos e processos inovadores.

Estas *condições organizacionais* seriam compostas pela base de conhecimento, comportamento organizacional e, principalmente a estratégia da

empresa. Para Lazonick (2001), a estratégia determina a forma como uma empresa responde às transformações do mercado e da tecnologia, de maneira inovadora ou adaptativa. A estratégia de uma empresa seria influenciada por sua base de conhecimento e comportamento, dado que aqueles que tomam as decisões estratégicas de uma empresa fazem parte deste ambiente. Por outro lado, a escolha estratégica realizada vai determinar a evolução do conhecimento e comportamento organizacional da empresa, uma vez que a estratégia inclui decisões sobre qual tipo de conhecimento será desenvolvido e utilizado dentro da organização e quais mecanismos de incentivo serão utilizados para motivar os indivíduos que fazem parte dela.

Então, pode-se concluir que a definição da *estratégia de inovação* adotada por uma empresa tem implicações na forma em que ela está organizada e vai interagir com as condições externas à empresa, definindo qual o modelo de inovação que seguirá. A seguir, será discutida a questão da estratégia e como ela pode impactar o modelo de inovação adotado por uma empresa em dado setor.

Estratégia

Estratégia para inovação pode ser definida como a forma pela qual as decisões sobre alocação de recursos financeiros e de Projeto Organizacional são tomadas, de maneira que esses recursos possam transformar tecnologias e mercados e gerar, portanto, inovações (LAZONICK, 2001 e 2005).

Dado o caráter complexo e imprevisível da inovação, com constantes mudanças no mercado e nas tecnologias disponíveis, a definição de uma estratégia para inovação não é tarefa simples e seus resultados são difíceis de prever. A literatura sobre estratégia de inovação pode ser dividida em duas principais visões, de acordo com Tidd, Bessant e Pavitt (2001).

A primeira, *racionalista*, onde a definição da estratégia é vista como o resultado de um processo composto por três principais etapas:

- análise do ambiente da empresa – seus pontos fortes e fracos, com auxílio de ferramentas do tipo “matrizes SWOT”;
- a definição de um plano de ação a partir dessa análise;
- implementação do plano.

A principal crítica a esta abordagem é a dificuldade de se conseguir uma análise perfeita das fraquezas e pontos fortes da empresa, ainda mais

considerando-se sua evolução no tempo.

A segunda forma de se delinear estratégias de inovação seria uma resposta às dificuldades encontradas no modelo acima: uma visão *incremental, ou estratégia emergente*. Já que não seria possível um completo entendimento da situação atual e futura da empresa, a melhor forma de se lidar com a questão seria não estabelecer um plano detalhado a priori, mas procurando adaptar a estratégia de inovação às mudanças ambientais.

O problema dessa visão é que, na falta de diretrizes básicas para a tomada de decisão, o "caos" possa reinar. Ao invés de apenas reagir ao mercado ou procurar planejar detalhadamente o futuro, empresas com estratégias bem-sucedidas de inovação possuem estratégias flexíveis ao longo do tempo, mas baseadas em um conjunto de competências essenciais para a empresa (BROWN e EISENHARDT, 1997).

Teece e Pisano (1994) integram as várias visões de estratégia descritas acima no que definiram como a visão das "competências dinâmicas", que enfatiza a importância da mudança dinâmica e da aprendizagem organizacional.

O conceito de competência dinâmica enfoca dois principais aspectos: em primeiro, o caráter instável do ambiente, e em segundo, o papel central da estratégia corporativa de adaptar, integrar e reconfigurar os recursos, habilidades e conhecimentos internos e externos à empresa de acordo com as mudanças do ambiente.

Esta estratégia teria três pontos essenciais:

- O conhecimento do *posicionamento da empresa* em relação a seus competidores, em termos de produtos, processos e tecnologias, e em relação ao sistema nacional de inovação onde a empresa se encontra inserida.
- As *trajetórias tecnológicas* da empresa, fruto de seus conhecimentos acumulados e das oportunidades que estes conhecimentos permitem explorar.
- Os *processos organizacionais* da empresa, ou suas rotinas, ou padrões atuais de prática e aprendizado.

Portanto, a estratégia de inovação vai influenciar a organização da empresa, a forma como ela desenvolve sua cultura de inovação e os conhecimentos e recursos necessários para implementá-la, e estes, por sua vez, vão moldar a

estratégia ao longo do tempo e das mudanças do mercado e da tecnologia.

Ante o acima exposto, entende-se que **a forma como uma empresa decide sobre seu modelo de inovação é influenciada por um conjunto de fatores *externos (setor* e *localização)* e *internos (estratégia*, *organização* e *base de conhecimento)* à empresa, conforme mostra a figura 5 abaixo**:

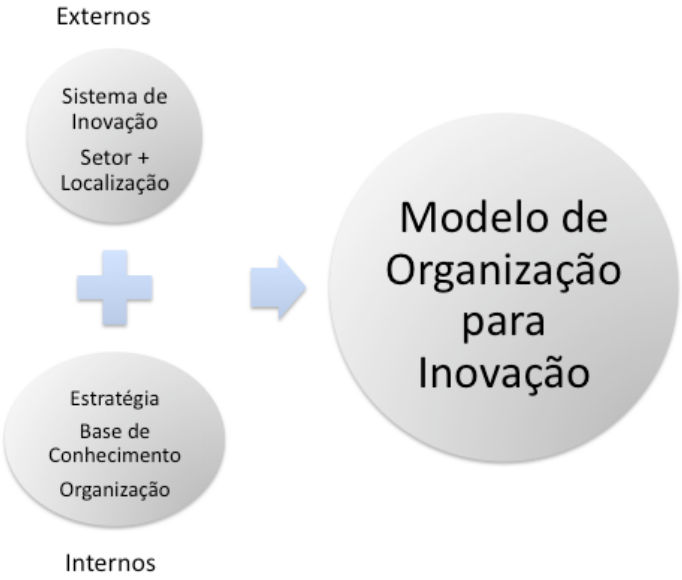


Figura 5 – Fatores que Influenciam a criação da organização para inovação
Elaborado pela autora

Logo, seria razoável supor que o modelo de organização para inovação nas empresas do setor petroquímico brasileiro seria uma combinação de fatores externos, comuns a todas elas, mas que suas diferentes estratégias, base de conhecimentos e organização influenciariam este modelo. Portanto, ainda que possuam características em comum, pelo fato de pertencerem a um mesmo setor e estarem sujeitos às mesmas condições institucionais, os modelos de organização para inovação nestas empresas apresentariam diferenças entre si, por refletirem diferentes estratégias, conhecimentos e organizações.

4. INOVAÇÃO – DIFERENTES CONCEITOS E FORMAS DE CLASSIFICAÇÃO

Tipos de Inovação

Inovação é um conceito amplo, que possui várias definições e sentidos, que variam de acordo com quem o define ou com o recorte utilizado. Inovação é um conceito móvel que acompanha a evolução das sociedades e se desenvolve com alto grau de incerteza. Sua completa compreensão exige tratamento multidisciplinar. Como processo, tem origens em diferentes áreas de conhecimento e seus efeitos produzem impactos em campos distintos da vida econômica e social, tanto de empresas como na sociedade como um todo (ARBIX, 2006). A fluidez de seu conceito pode atrapalhar o entendimento que se faz da questão, tanto do ponto de vista acadêmico quanto prático. Portanto, faz-se necessário definir exatamente o que se entende por Inovação e o qual o recorte utilizado para estudá-la neste trabalho.

No seu significado epistemológico, inovação poderia ser definida como "fazer alguma coisa nova" (TIDD, PAVITT e BESSANT, 2001). O que se observa nas várias definições encontradas é a idéia de "algo novo", seja uma característica de um produto ou serviço, de um processo, de uma técnica ou de um novo uso para um produto ou serviço.

No Manual de Oslo (2005) encontra-se a seguinte definição para inovação:

> *"Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas."*

Essa definição segmenta a Inovação em quatro tipos específicos, baseando-se no conceito de que ela corresponde à implementação de uma solução nova ou significativamente melhorada para a empresa, seja um novo produto, processo, método organizacional ou de marketing, que tenha como objetivo reforçar sua posição competitiva, aumentar seu desempenho ou o conhecimento.

Inovações de produto envolveriam mudanças significativas nas

potencialidades e funcionalidades de produtos e serviços. Podem-se incluir aqui os bens e serviços totalmente novos e também aperfeiçoamentos em produtos existentes. *Inovações de processos* representam mudanças significativas nos métodos de produção e de distribuição. *Inovações organizacionais* referem-se à implementação de novos métodos organizacionais, novas práticas gerenciais, tais como mudanças em práticas de negócios, em gestão de recursos humanos, na organização do trabalho ou nas relações externas da empresa. Por fim, mas não menos importantes, as *Inovações de marketing* envolvem a implementação de novos métodos de marketing, incluindo mudanças no design do produto e na embalagem, na promoção do produto e sua colocação, e em métodos de estabelecimento de preços de bens e de serviços (MANUAL DE OSLO, 2005).

Ainda que seja importante para fins de pesquisa distinguir diferentes tipos de inovação, na prática é muitas vezes difícil isolar um único tipo de inovação: muitas inovações de produto pressupõem inovações em processo e em marketing, por exemplo.

Outro aspecto importante ao se discutir Inovação do ponto de vista das empresas diz respeito à sua implementação e a seus resultados. A inovação seria um meio para se atingir um resultado, que pode ser lucratividade, crescimento, diversificação e outros objetivos empresariais, como redução de riscos ambientais, por exemplo. Portanto, não haveria sentido em discutir os aspectos puramente tecnológicos ao inovar, sem se considerar as condições mercadológicas e organizacionais que permitem sua implementação bem sucedida (BARBIERI e ÁLVARES, 2004).

Neste trabalho, o foco será nas inovações de produtos, ou seja, no desenvolvimento de novos produtos ou em melhorias significativas no desempenho destes que tragam vantagens competitivas para as firmas que as desenvolvem. Essa atividade envolve a adoção de novas tecnologias e conhecimentos que tanto podem ser criados pela própria empresa quanto adquiridos externamente, ou mesmo de ambas as formas. Pode, além disso, envolver outros tipos de inovação durante seu processo de desenvolvimento. **Portanto, a inovação em produto será utilizada como um indicador de que a empresa é inovadora, mas procurando entender o processo que leva ao seu desenvolvimento, englobando outros tipos de inovação que possam ocorrer.**

Este trabalho procura também não se limitar apenas aos aspectos estritamente tecnológicos da inovação (ainda que o desenvolvimento de novas tecnologias seja insumo importante no desenvolvimento de inovações em produto), abrangendo todos os processos capazes de transformar uma idéia em um produto com diferencial de mercado (ARBIX, 2006).

Inovação Radical e Incremental

Outra forma de classificar inovação, além de seu tipo, é quanto ao seu grau de novidade para o mercado e para a empresa. As inovações podem ser classificadas em incrementais – pequenas mudanças em produtos e processos já existentes – e radicais – que podem transformar a posição competitiva de uma empresa, um dado setor ou mesmo ter impactos profundos em toda a sociedade – como a energia elétrica e a internet (TIDD, BESSANT E PAVITT, 2001).

Uma inovação radical pode ser definida como aquela com potencial para produzir os seguintes efeitos (LEIFER et al, 2000):

- criar um conjunto totalmente novo de características de desempenho;
- trazer melhorias significativas (cinco vezes ou mais) em características de desempenho já conhecidas;
- trazer melhorias significativas (30% ou mais) em custos de processo.

Já a inovação incremental pode ser definida como “fazer o que já fazemos, só que melhor” (PHILLIPS *et al*, 2006). São mudanças, otimizações, aperfeiçoamentos ou desenvolvimento de novos mercados para produtos já existentes.

É importante fazer essa distinção quanto ao grau de novidade de uma inovação, já que ela traz importantes implicações para sua gestão. A forma como uma empresa lida com a inovação incremental, realizada no dia a dia, muda em relação a inovações mais radicais, uma vez que o último grupo envolve grau de risco e imprevisibilidade maior que o primeiro, o que requer que a empresa desenvolva competências específicas em tecnologia, mercado e estruturas organizacionais diferentes para lidar com estes impactos (O’CONNOR e DIMARTINO, 2006).

Pode-se perceber pelas definições acima que o grau de novidade da inovação estaria relacionado à percepção de seus resultados pelo mercado. Mas a forma

como a empresa percebe este grau de novidade, se ela domina ou não os conhecimentos requeridos ao seu desenvolvimento, tem impactos significativos em como a empresa desenvolve a inovação. Uma mudança de processo, como o uso de um sistema informatizado, por exemplo, pode ser uma inovação incremental para uma grande empresa, mas pode significar a transformação do relacionamento de uma empresa pequena com o mercado (TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001).

Enquanto a inovação incremental enfatiza melhorias em custo ou em características já existentes de produtos, utilizando conhecimentos e competências já existentes na empresa, uma inovação radical caracteriza-se pela necessidade de desenvolver um conjunto novo de ideias, conhecimentos e tecnologias que geram produtos e processos capazes de produzir os efeitos acima mencionados, ou que transformam a realidade de um negócio (LEIFER *et al*, 2000).

A inovação incremental estaria relacionada a competências em processos definidos por March (1991) como sendo de exploração (*exploitation*) – aprimoramento, escolha, produção, eficiência, seleção, implementação e execução. Já a inovação radical estaria ligada a competências em processos de pesquisa, variação, exposição ao risco, experimentação, aposta, flexibilidade, descoberta e inovação, que ele chama de *exploration*.

Portanto, para desenvolver inovações radicais, seria requerido um conjunto de conhecimentos e competências diferentes daqueles usuais e já estabelecidos na empresa, o que levaria à necessidade de diferentes estratégias, organização e processos de inovação dos habituais. Essa questão será discutida em maiores detalhes na próxima seção.

A dificuldade reside em como classificar exatamente uma inovação como incremental ou radical. Pelo exposto acima, os critérios para sua classificação não são precisos e claros. Há uma “zona cinzenta”, como pôde ser verificado nos casos estudados. As empresas sentem dificuldades em classificar um projeto de inovação, em seu início, em radical ou incremental. Na prática, a classificação leva em consideração, muitas vezes, critérios como a aderência da inovação a unidades de negócio já existentes na empresa. Na verdade, mais do que dar um rótulo para um determinado projeto, tem-se que considerar se os conhecimentos necessários para desenvolvê-lo existem na empresa ou no mercado.

4.1 Inovação como um processo

A Inovação em produtos, seja ela radical ou incremental, é o resultado de um processo que inclui diferentes atores, e não somente o resultado de um evento singular ou do esforço de um único indivíduo ou organização. Este processo acontece em um sistema onde a interação entre empresas, clientes, fornecedores, competidores e várias outras instituições privadas e públicas têm papel importante (FAGERBERG, 2005).

É um processo central para as empresas, com o objetivo de renovar o que elas ofertam ao mercado e como elas o fazem. Vista dessa forma, inovação é uma atividade genérica relacionada com a construção de vantagem competitiva para a empresa. Nesse nível de abstração, pode-se delinear um processo comum a todas as empresas inovadoras, que envolveria basicamente (TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001):

- prospectar o ambiente externo ou interno à empresa, procurando por sinais relevantes de oportunidades ou ameaças de mercado;
- decidir, baseando-se em sua estratégia competitiva, se e como a empresa deve responder a esses sinais;
- obter os recursos que possibilitem esta resposta: através da criação de algo novo via Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), ou adquirindo conhecimentos e tecnologias externamente, ou ainda via parcerias com outras entidades;
- implementar o projeto.

Apesar de sua aparente simplicidade, esse é um processo que envolve elevados graus de complexidade e incerteza quanto a seu sucesso. Inovação é uma jornada rumo ao desconhecido, que envolve prospectar, testar e retestar oportunidades tecnológicas e de mercado. Acaso e sorte fazem parte do processo (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997).

Pavitt (2005), procurando sintetizar as diferentes definições para o processo de inovar, propõe as seguintes definições:

- Inovar envolve a exploração de oportunidades para produtos, serviços ou

processos novos ou melhorados, baseando-se tanto em demandas de mercado ou progresso tecnológico, ou na combinação dos dois. É um processo de combinação.

- O processo de inovar é incerto por sua própria natureza, dada a impossibilidade de prever com precisão seus custos, seus resultados e a resposta dos usuários a eles; é portanto, um processo que envolve tentativa e erro e aprendizagem. Envolve a experimentação através da competição de produtos, serviços, sistemas e processos alternativos e dos processos técnicos e organizacionais que os produziram.

Além disso, não é um processo único: diferentes empresas bem sucedidas operando em diferentes mercados, sob diversas condições, possuem processos distintos (TIDD, PAVITT e BESSANT, 2001).

Um modelo bastante difundido para organizar o processo de inovação é o linear: por este modelo, o desenvolvimento, a produção e a comercialização de novas tecnologias são vistos em uma sequência de tempo bem definida, que se origina nas atividades de pesquisa básica, passando pela fase de desenvolvimento do produto, até sua produção e, eventualmente, à comercialização (Figura 6).

Esse modelo é considerado superado, por se apoiar excessivamente na inovação como fruto de pesquisa tecnológica, e por adotar uma abordagem sequencial. Além disso, ao adotar um ponto de vista tecnológico, despreza outras fontes de inovação externas à pesquisa tecnológica. Ele também não considera a inovação como um processo social e contínuo, que envolve não só P&D, mas também atividades de gestão, investigação de mercado, entre outras. Por este modelo, quanto mais recursos uma empresa investe em pesquisa, mais resultados obtém, o que não é necessariamente a realidade: as empresas que mais investem em P&D não são as que necessariamente obtêm maiores retornos (KLINE e ROSENBERG, 1986 e JARUZELSKI, DEHOFF e BORDIA, 2006).

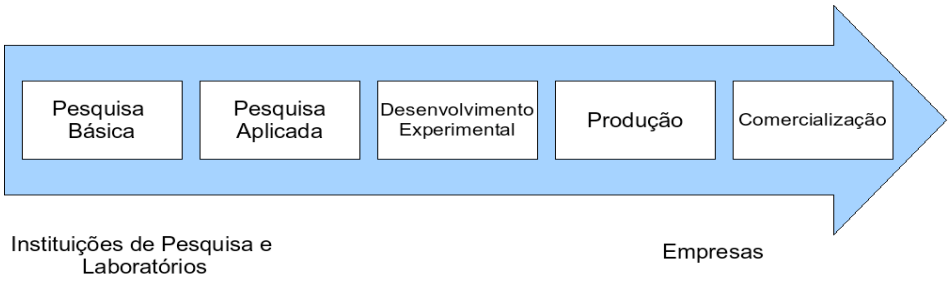


Figura 6 – Modelo Linear de Inovação
Fonte: Adaptado de Kline e Rosenberg (1986)

Em oposição ao modelo linear, Kline e Rosenberg (1986) propuseram o chamado *modelo interativo* (Figura 7), que considera a inovação como um processo multidirecional, interativo e iterativo, com inúmeras possibilidades de surgimento de novas ideias através da interação dos diferentes atores que constituem o sistema de inovação, via a aprendizagem que ocorre em várias iterações do processo, até que se obtenham os resultados desejados, ou seja, haveria diferentes *caminhos* (*paths*) para o surgimento e desenvolvimento de inovações. A relação entre pesquisa básica e empresa ocorreria em duplo sentido.

Pelo menos cinco caminhos da inovação podem ser identificados no modelo interativo:

- Caminho central da inovação, começando do mercado e tendo como centro a empresa.
- Caminho das realimentações (*feedback loops*), baseado no conceito de aprendizado pelo uso, que permitem o surgimento principalmente das inovações incrementais.
- Caminho direto “de” e “para” a pesquisa, de uma necessidade detectada na empresa ou uma pesquisa aproveitada pela empresa.
- Caminho do modelo linear, do avanço científico à inovação.
- Caminho das contribuições do setor manufatureiro para a pesquisa por instrumentos, ferramentas, etc (a tecnologia gerando ciência).

A existência de realimentações (*feedback loops)* entre as atividades de pesquisa e produtivas da empresa é característica central do processo de inovação neste modelo.

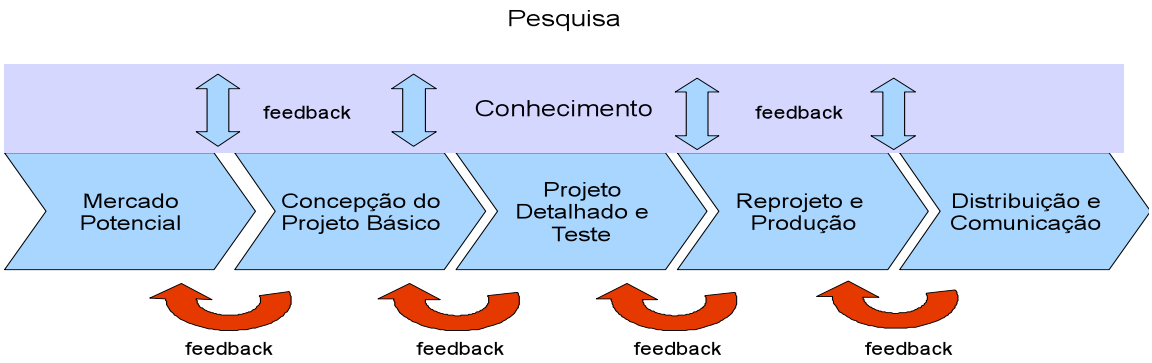


Figura 7 – Modelo de Kline e Rosenberg (1986)
Fonte: Adaptado de Kline e Rosenberg (1986)

Em resumo, o processo de inovar englobaria três etapas: a definição da estratégia da empresa - onde ela quer chegar; a inovação – a concepção do que se deve fazer para alcançar o objetivo estratégico definido e o desenvolvimento do produto/processo – como ela pretende alcançar seus objetivos. O grande desafio é fazer com que esses três processos sejam integrados à operação rotineira da empresa.

Para isso, Hansen e Birkinshaw (2007) propõem um *framework* - "a Cadeia de Valor para Inovação" – onde analisam o processo de inovar de forma integrada, desde a geração do conceito até a difusão da inovação entre as outras áreas da organização.

Neste *framework*, o processo de inovação é analisado como uma cadeia de atividades integradas (similar ao modelo de Kline e Rosenberg(1986)). Esta análise favorece uma visão integrada do processo de geração e desenvolvimento de inovações, não restrito aos esforços de P&D como é muito comum, tanto na literatura quanto nas empresas ou na concepção dos formadores de políticas públicas (JANSEN *et al*, 2007).

A Cadeia de Valor para Inovação é dividida em três etapas, a saber:

1. *Geração de ideias*: desenvolvimento de conceitos de produtos ou processos dentro da organização, ou por iniciativa de clientes, fornecedores. Quanto mais integrados esses atores, maiores as chances de surgirem ideias.
2. *Conversão da ideias em projetos de processos ou produtos:* as ideias

geradas são selecionadas, ou seja, decide-se qual ideia merece ser desenvolvida e então é iniciado o desenvolvimento do projeto para desenvolvê-la.

3. *Difusão da ideia por toda a organização:* difusão da inovação por toda a organização e por seu mercado.

Para os autores, um novo modelo de inovação só seria bem sucedido se, anteriormente à sua implantação, fosse analisado exatamente qual o problema relacionado à inovação e onde ele está localizado na empresa. Ou seja, o processo de inovação deveria ser analisado integralmente na empresa e não somente em uma função – geralmente a função de Pesquisa e Desenvolvimento. A contribuição dessa visão é incorporar atividades não diretamente relacionadas a P&D como atores importantes no processo de inovar, como as áreas de Marketing, Vendas, Financeira e Produção, por exemplo.

Outro fator importante na implementação bem sucedida de inovações seria como fazer a transição de uma etapa para outra. Entre diferentes estágios do desenvolvimento de inovações, há interações e troca de responsabilidades entre diferentes atores e organizações que podem ou não pertencer à mesma empresa. Portanto, haveria a necessidade de uma coordenação eficaz, que Galbraith (1995) chama de orquestração.

Galbraith (1995) inclui como etapa crítica do processo de inovar a busca por financiamento da ideia (*funding*). Para este autor, empresas bem sucedidas em inovação separam o custeio de inovações do orçamento dedicado às operações regulares da empresa, evitando assim o conflito entre objetivos de curto e longo prazo.

Como um processo complexo e incerto, a inovação deve ser um processo bem gerenciado, para que suas chances de ser bem sucedida sejam maiores. Ainda que o acaso seja parte integrante do processo de inovar, ele somente não explica o sucesso. Como outros processos, para gerenciá-lo há a necessidade de coordenar eficazmente as atividades e os recursos que fazem parte dele.

Percebe-se na literatura sobre Inovação, especificamente quando se trata de ferramentas e processos de gestão, pouca distinção entre inovação radical e incremental. Fala-se em aumentar capacidade de inovar, organizar para inovar, sem contudo especificar qual a melhor forma de gerir os processos necessários para cada tipo de inovação. Como já discutido no capítulo anterior, para inovar de

maneira radical haveria a necessidade de um conjunto diferente de conhecimentos e competências, o que pressupõe processos e organização distintos da inovação incremental.

Pela discussão acima realizada, tem-se, portanto que a Inovação é um processo e como tal, possui diferentes atividades e responsabilidades que devem ser distribuídas e organizadas na empresa. No próximo capítulo, é realizada a discussão de como seria esta organização para as Inovações incrementais e radicais.

5. PROJETO ORGANIZACIONAL PARA INOVAÇÃO

Posto que o objetivo principal deste trabalho é propor um conjunto de critérios para o Projeto Organizacional para inovação de empresas consolidadas atuando em setores maduros que desejam inovar simultaneamente de maneira incremental e radical, faz-se necessária a discussão do que exatamente significa o "Projeto Organizacional".

Salerno (1999, p.126) o define como:

> *"Um projeto estrutural. Define-se a estrutura de funcionamento da empresa, da produção e, mais especificamente, do trabalho.[...] Mas só a estrutura não define o Projeto Organizacional, posto que a estrutura é algo frio e estático. É preciso pensar na dinâmica da organização, é preciso que os sistemas de apoio reforcem os comportamentos que a estrutura induz[...] É a discussão de métodos, critérios e ferramentas para o desenho ou redesenho de uma organização[...] Portanto, discute as partes da organização e sua inter-relação, suas interfaces.*

Para Lima e Costa (2004), o Projeto Organizacional seria uma construção social com o objetivo de criar uma infraestrutura dando coerência ao sistema organizacional, e representa um conjunto de escolhas para a realização da estratégia através de um determinado comportamento organizacional.

O Projeto Organizacional é, portanto, um processo de escolha de alternativas de divisão do trabalho entre os diferentes membros da organização e de criação de mecanismos de coordenação.

Do ponto de vista do método de condução do processo de Projeto Organizacional, podem-se identificar duas abordagens distintas: o projeto "clássico" ou "taylorista" e a abordagem sóciotécnica.

A empresa tipicamente organizada segundo os padrões da chamada "escola clássica de organização" ("taylorismo", "fordismo", "fayolismo", "burocracia mecanizada", etc.) caracteriza-se ou pela produção de produtos padronizados em alta escala via linhas de produção, ou pela produção mais diversificada, porém com um grau relativamente mais baixo de integração das operações, via arranjos funcionais. Tal organização pode se prestar bem a um ambiente de mercados

previsíveis e crescentes, que demandam inovações apenas incrementais, mas seria pouco adequada a ambientes mais turbulentos, complexos e incertos como os ambientes inovadores (ZARIFIAN, 2001 e SALERNO, 1999).

A abordagem clássica de Projeto Organizacional tem como princípio fundamental a existência de um modo ótimo de organização, em um ambiente estável (Takahashi e Takahashi, 2006). Além disso, a organização clássica apresenta como características a divisão do trabalho, a necessidade de supervisão e de um único centro de autoridade e o controle da organização. Apresenta também alta formalização do comportamento e especialização vertical e horizontal. O uso de ferramentas padronizadas e das boas práticas de gestão de inovação também são características de uma organização clássica. Essas características, aliadas à divisão da empresa em funções isoladas e independentes, torna a organização lenta e rígida na tomada de decisões (MINTZBERG, 2003 e SALERNO, 1999).

A teoria clássica de Projetos Organizacionais é marcada pela preocupação com formas organizacionais válidas universalmente e com uma proposta ideal de organização. Mas desde os anos 60, uma corrente da literatura preocupou-se em desenvolver o pressuposto de que diferentes formas organizacionais são encontradas em diferentes contextos – a teoria contingencial. Burns e Stalker (1961, apud Lam, 2005) criaram as tipologias de empresas “mecanicistas” e “orgânicas”[16], demonstrando que as diferenças no contexto de mercado e tecnologia, em termos de sua estabilidade e complexidade, afetam as estruturas organizacionais e o gerenciamento da inovação. O modelo de Burns e Stalker permanece relevante para o entendimento dos desafios enfrentados por empresas que atuam em ambientes onde cada vez mais a inovação é importante e o ritmo de evolução torna-se cada vez mais veloz.

Uma vez que a abordagem clássica não é a forma mais adequada de se conduzir o Projeto Organizacional para um ambiente incerto e complexo como o da inovação, faz-se necessário o uso de outra metodologia, que garanta a coerência da organização com as mudanças e a turbulência que ocorrem em seu ambiente. A chamada abordagem sóciotécnica moderna busca construir e garantir a coerência da estrutura com as mudanças que ocorrem no ambiente da empresa, através da

---

16 *Mecanicistas* são estruturas organizacionais com maior rigidez e tipicamente encontradas em ambientes estáveis e previsíveis. Já as organizações *orgânicas* possuem estruturas mais fluidas e apropriadas para ambientes turbulentos que requeiram repostas ágeis e inovadoras.

integração de seus sistemas técnico e social, compatibilizando projeto e estrutura organizacional, tornando-os coerentes com a estratégia de negócio.

Para atingir este objetivo, Sitter, Dankbar e Hertog (1994) discutem a necessidade de princípios de projeto que reduzam a sensibilidade da organização aos distúrbios trazidos pelas mudanças no ambiente. Entre os princípios por eles enumerados, é de particular interesse para este trabalho o conceito da dirigibilidade (*controllability*) do Projeto Organizacional.

Por esse princípio, os gestores da produção passam a ter controle (no sentido de "pilotagem") do sistema de produção, ao invés de projetá-lo para atingir determinado objetivo, uma vez que não se sabe o que será demandado no futuro, dada a instabilidade e complexidade do ambiente (SALERNO,1999).

A partir desse referencial teórico, foi construído o processo para o desenvolvimento do Projeto Organizacional para inovação: mais do que procurar estabelecer uma única forma de organizar o processo de inovar, será discutido nas próximas seções um conjunto de critérios para balizar a decisão em diferentes áreas do Projeto Organizacional, partindo-se do princípio da dirigibilidade.

Objetivo semelhante teve Salerno em seu livro de 1999, onde procurou definir quais os princípios e regras e a sistemática para o estabelecimento do Projeto Organizacional mais adequado para processos de manufatura ditos "flexíveis", adequados a ambientes e mercados mais instáveis. A literatura até então fazia uma análise crítica dos paradigmas "tayloristas/fordistas" de Projeto Organizacional – análise esta fundamental – mas que não seria suficiente para a realização de uma sistemática alternativa de Projeto Organizacional. Salerno (op.cit), analisando diferentes empresas operando em diversos setores, extraiu da realidade operacional quais os princípios conceituais que formam a base do Projeto Organizacional. É exatamente este o objetivo deste trabalho, conforme discutido nas próximas seções, mas com o direcionamento para o desenvolvimento do Projeto Organizacional voltado para inovações radicais.

Neste capítulo se procurará, então, estabelecer quais os critérios para a definição do Projeto Organizacional. A ideia aqui é avançar na discussão sobre a organização ideal para o desenvolvimento simultâneo de inovações radicais e incrementais em empresas consolidadas em setores maduros. Como será discutido a seguir, há na literatura vasta discussão sobre que tipo de Projeto Organizacional **não** funcionaria nesta situação, mas ainda falta aprofundar exatamente **qual** o tipo

de organização que seria requerido. No final, serão apresentados, como um sumário da revisão bibliográfica até aqui realizada, os critérios de Projeto Organizacional voltado para inovação incremental e radical.

Neste trabalho, entende-se que Organização para inovação refere-se às formas de gerenciar o processo de inovar, focando principalmente **as formas de divisão e coordenação do trabalho, as ferramentas e práticas de gestão e o desenvolvimento de ambiente propício à criação e difusão de conhecimento**.

Aprendizagem e conhecimento são aspectos fundamentais no processo de inovar. Inovação é essencialmente um processo que inclui coordenação e integração de conhecimento e tecnologia e de aprendizagem sob condições de complexidade e incerteza (PAVITT, 2005, TIDD, PAVITT e BESSANT, 2001). Portanto, ao discutir formas organizacionais para inovação, o entendimento sobre o papel do conhecimento e aprendizagem organizacional é fundamental.

Organização para inovação radical versus *incremental*

Outra questão a ser discutida em relação à Organização para inovação refere-se às diferenças que haveria (ou não) entre as organizações para inovações radicais e aquelas para inovações incrementais. Em geral, a literatura não faz distinção entre os dois tipos de inovação quando discute os pressupostos de uma organização voltada para inovação. O termo “organizações inovadoras”, frequentemente utilizado por vários autores (entre eles, Lam (2005), Hamel e Breen (2007) e Marx (2008)), refere-se a inovações em geral, sem se referir ao seu grau de novidade.

Contudo, autores como Ettilie *et al* (1984), Utterback (1996), Christensen (1997), Phillips *et al* (2006), O’Connor e DeMartino (2006) e Brown e Eisenhardt (1997) colocam que empresas consolidadas em seus setores de atuação, com estratégias, estruturas e processos definidos para inovar em seus setores e mercados atuais, teriam dificuldade em desenvolver inovações radicais, ou seja, responder eficazmente às descontinuidades em seus mercados e tecnologias. As estruturas organizacionais e processos de desenvolvimento concebidos para lançar com eficiência inovações incrementais dentro de um conjunto conhecido de variáveis de mercado e tecnologia não seriam suficientes para levar a empresa a produzir inovações mais radicais em ambientes de elevada complexidade e incerteza.

Ao se referir à necessidade de desenvolver a “organização inovadora”, ou

seja, aquela capaz de gerarr mais inovações de forma mais eficiente, pode-se inferir que a discussão seria direcionada para a questão de quais pressupostos organizacionais seriam mais adequados a inovações mais radicais. Seguindo a lógica de que a inovação radical é aquela que, de acordo com Tidd, Bessant e Pavitt (2001), apresenta elevado grau de novidade do ponto de vista da empresa, essa correlação faria todo sentido.

Quando se discute que uma empresa necessita inovar mais, aumentando sua competitividade e respondendo aos desafios de mercado, está se dizendo que ela precisa estar preparada para inovar mais radicalmente do que ela atualmente faz, ou seja, ela deve deixar de fazer "o que já é feito, só que melhor", para fazer produtos realmente inovadores, ou seja, se tornar uma "Organização Inovadora". O processo de desenvolvimento dessa capacidade de inovar seria crescente e contínuo, conforme será discutido mais adiante neste trabalho.

Mintzberg (2003) propõe um quadro conceitual correlacionando características do ambiente competitivo com o Projeto Organizacional mais adequado. Ele define quatro possibilidades de ambientes, combinadas duas a duas: estacionário x dinâmico; complexo x simples (Figura 8). O conceito de ambiente complexo tem a ver com as informações/competências que marcam o trabalho dos profissionais que desempenham as funções-chave de uma organização e que lidam com as suas respectivas tecnologias. A universidade – e o mundo acadêmico em geral – é um exemplo de ambiente complexo (e normalmente pouco dinâmico) na visão de Mintzberg (op. cit.). Exemplos de setores de baixa complexidade seriam o da construção civil e o setor de commodities.

O segundo binômio tem a ver com a velocidade de mudanças, especialmente no que se refere às inovações tecnológicas e de produto que marcam um dado mercado. Este sentido tem bastante similaridade com o conceito de *clockspeed* cunhado por Fine (1999). Para ambos os autores, setores como o de informática, telecomunicações e biotecnologia seriam exemplos contemporâneos nos quais o *clockspeed* (ou velocidade evolutiva) seria considerado alto. Os setores automobilístico e de construção civil seriam exemplos de setores de baixo *clockspeed*, ou estacionários.

A velocidade de mudança em um setor está relacionada ao número de *mudanças disruptivas* (tradução livre de *disruptive changes* ou *discontinuous changes),* ou seja, mudanças que podem significar transformações radicais nas

regras estabelecidas de mercado, deflagradas pelo desenvolvimento tecnológico do próprio setor ou até mesmo de fora da indústria. E geralmente, as grandes empresas estabelecidas em setores maduros têm dificuldade em responder eficazmente a estas mudanças, por terem demasiado foco em inovações incrementais, com resultados a curto prazo (CHISTENSEN, 1997, TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001 e HENDERSON, 2006).

O setor químico/petroquímico poderia ser considerado complexo, uma vez que requer competências específicas de seus profissionais em tecnologias complexas como química, engenharia, eletrônica, entre outras. Quanto à sua velocidade de mudanças, nos últimos anos a tecnologia de sua indústria, que praticamente se manteve estável durante século XX, vem sendo desafiada por fatores mercadológicos (aumento do preço do petróleo, seu principal insumo, e queda das margens de lucro) e estratégicos (indisponibilidade de petróleo, questões de sustentabilidade ambiental), fazendo com que a demanda por novas tecnologias e produtos mais radicalmente inovadores seja acelerada.

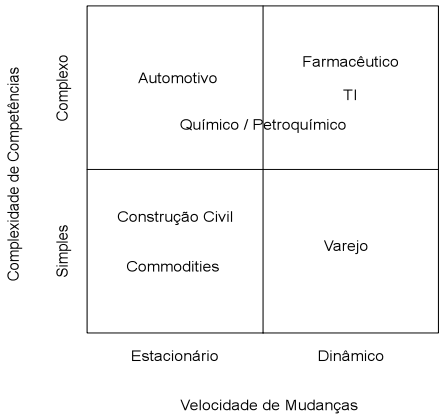


Figura 8– Complexidade de Competências x Velocidade de Mudanças
Elaborado pela autora, a partir de Mintzberg (2003)

Para lidar com a questão da complexidade/dinâmica do ambiente, e também considerando os mecanismos de divisão do trabalho, coordenação e comunicação, Mintzberg (op.cit.) propõe cinco configurações organizacionais arquetípicas, a saber:

- **Estrutura simples**: ambiente simples e dinâmico; típica de empresas pequenas e familiares, baseada na supervisão direta do proprietário;
- **Burocracia mecanizada:** ambiente simples e estacionário; organização clássica, geralmente de grande porte e com coordenação baseada em regras e procedimentos, onde se observa um grande número de níveis

hierárquicos e importante presença dos departamentos técnicos que preparam as regras e procedimentos;

- **Burocracia divisionalizada:** ambiente simples e estacionário; organizações que atuam em diferentes mercados e que operam em cada um deles com base na padronização de resultados. Esta seria, na verdade, um desenvolvimento possível da burocracia mecanizada;
- **Burocracia profissional:** ambiente complexo e estacionário; baseada na coordenação via competências individuais/profissionais e típico de empresas intensivas em conhecimento e universidades e,
- ***Adhocracia*:** ambiente complexo e dinâmico; a coordenação se dá por ajustamento mútuo, típico de empresas que necessitam investir continuamente em inovação. Trata-se de empresas com configuração ágil e flexível, reconfigurável. Este seria o modelo "ideal" para empresas inovadoras.

Estas cinco configurações não representam formas reais de organização, mas seriam indicativos de quais elementos poderiam estar presentes em diferentes tipos de empresa. Na realidade, encontram-se empresas com configurações intermediárias, que possuem características híbridas entre os arquétipos acima relacionados.

Pode-se inferir, contudo, que grandes empresas tradicionais, ou burocracias mecanizadas (como as do setor petroquímico, objeto deste estudo) teriam características próprias de ambientes propícios ao desenvolvimento de inovações incrementais, enquanto que para desenvolver inovações radicais, deveriam incorporar elementos da *adhocracia*, especialmente a agilidade e flexibilidade de mudar, ou seja, deveriam balancear sua estratégia de inovação entre inovações incrementais em seus processos e produtos já existentes e inovações mais radicais para lidar com as mudanças disruptivas, tornando-se assim *Organizações Ambidestras*, conforme conceito de Phillips *et al* (2006) ou *semiestruturas*, conforme Brown e Eisenhardt (1997).

Em pesquisa realizada com empresas estabelecidas enfrentando o desafio de "reinventar-se" através da inovação para lidar com o crescimento da concorrência, Phillips *et al* (2006) encontraram que estas empresas preocupam-se em como desenvolver rotinas paralelas ao trabalho costumeiro para trazer novas ideias a um

contexto, por definição, resistente a elas. A solução encontrada converge para a combinação de novas estruturas – grupos com liberdade para trabalhar fora de suas rotinas – e mecanismos para trazer estas atividades e resultados para dentro da organização principal.

O grande desafio é **como** atingir esse objetivo, balanceando as estruturas organizacionais e o conhecimento já existente com os requeridos para desenvolver as inovações incrementais e radicais. A literatura até aqui apresentada discute que as estruturas e o conhecimento deveriam ser diferentes para se lidar com a inovação incremental e radical, mas não chega a detalhar modelos de Projeto Organizacional detalhados como os existentes para inovação incremental. Este capítulo procura avançar nessa questão, apresentado quais os critérios balizadores do Projeto Organizacional para uma empresa *ambidestra*, ou seja, que inova radical e incrementalmente, em três áreas de decisão para o Projeto Organizacional: na divisão e coordenação do trabalho, nas ferramentas e práticas de gestão do processo de inovar, e nas estruturas para criação e difusão de conhecimento.

5.1. Coordenação e Divisão do trabalho

Conforme já discutido acima, a organização pode ser definida como a forma pela qual a empresa divide o trabalho entre seus membros, como são desenvolvidas as rotinas de trabalho, e principalmente, quais são os mecanismos de comunicação e coordenação entre as partes (MINTZBERG, 2003).

Um dos fatores relevantes a ser considerado na escolha do Projeto Organizacional é a identificação da particular estratégia competitiva adotada pela organização analisada. Estratégia competitiva pode ser definida como sendo a forma pela qual uma empresa escolhe balancear as diferentes prioridades de competição entre custos, velocidade, flexibilidade e inovação, segundo Porter (1980), como forma de atuar no ambiente em que compete (MARX, 2008, TAKAHASHI e TAKAHASHI, 2006).

Chandler (1962), baseando-se em exemplos de grandes empresas americanas da primeira metade do século XX (como GM e Ford), diz que há uma relação entre a estratégia competitiva adotada e a estrutura organizacional escolhida. Comumente se estabelece que a escolha estratégica precederia o Projeto

Organizacional, mas é sabido que esta é uma relação de mão dupla – pode ocorrer que a organização já estabelecida influencie na escolha estratégica.

Dificilmente as empresas possuem apenas uma única estratégia de inovação: em uma única empresa, podem se encontrar desde estratégias de curto prazo, incrementais, até inovações radicais de alto risco e recompensa, de longo prazo. Diferentes estruturas organizacionais dentro da mesma corporação seriam necessárias para responder apropriadamente aos desafios e oportunidades que cada uma das estratégias trazem consigo (LAFLEY e CHARAM, 2008).

Porém, na realidade, a relação entre a escolha estratégica e organizacional nem sempre é explicada com a coerência encontrada na literatura: outros fatores como a influência da tecnologia, da história da empresa, da cultura e da "moda" do pensamento gerencial podem ter participação na decisão do Projeto Organizacional (MARX, 2008).

Para lidar com as mudanças do ambiente competitivo, as indústrias do setor petroquímico estão sendo compelidas a inovar não só incrementalmente, como já faziam, mas também mais radicalmente, o que tem trazido impactos sobre sua estrutura organizacional e processos de inovação.

De maneira geral, organizações inovadoras, que inovam mais radicalmente, guardariam relação com formas organizacionais mais flexíveis e com maior autonomia. Mas, conforme discutido acima, nem sempre a decisão do Projeto Organizacional é puramente racional e diretamente relacionada apenas à estratégia competitiva, sendo influenciada por outros fatores internos e externos. Ainda que seja necessária a devida cautela na discussão de qual seria (ou se existe) "o" modelo organizacional mais adequado para inovação, Projetos Organizacionais que privilegiem a autonomia e flexibilidade são o ponto de partida para a discussão da organização para inovação (MARX, 2008).

Para Lafley e Charam (2008), a estrutura organizacional adequada para inovação dependeria da evolução e do aprendizado de cada empresa, não havendo um único tipo de estrutura adequada para todos os tipos de empresa. Eles ainda dizem que a estrutura ideal para inovação deve ser um misto de estrutura e criatividade, o que eles chamam de "estrutura apenas suficiente" (*just-enough structure*, no original). O balanceamento entre a estrutura e a criatividade deve ser encontrado pela liderança de cada empresa.

5.1.1 Estruturas para Inovação Incremental

A inovação incremental é caracterizada por utilizar conhecimentos e competências já existentes na empresa, aperfeiçoando processos e produtos já familiares para ela ou seu mercado, que acontecem em patamares, no interior de estruturas organizacionais bem definidas (VELTZ e ZARIFIAN, 1993).

Para esta situação, o desenvolvimento de rotinas e processos estruturados e normatizados, aperfeiçoados através da melhoria contínua, são, não só adequados, como desejáveis. O ambiente propício para este tipo de inovação caracteriza-se pela estabilidade e previsibilidade.

Esse tipo de organização tem suas estruturas voltadas para a maximização da eficiência na utilização de seus recursos, na obtenção de ganhos de escala e produtividade com altos volumes de produtos padronizados, características típicas de ambientes estáveis e com baixa concorrência. A manutenção de uma visão clássica como base para o tratamento dos problemas de gestão e organização contemporâneos parece ser cada vez mais limitada e não parece contribuir com a implementação de uma estratégia de diferenciação entre empresas (MARX, 2008).

Em cada vez mais setores da economia, a estratégia para obter vantagens competitivas sustentáveis baseia-se no oferecimento de variedade de produtos, no conceito de serviço acoplado, e da inovação em produtos e processos. Sob este “novo” paradigma de competição, a organização do trabalho baseada nos conceitos clássicos, quais sejam, padronização das tarefas e da descrição de cargos, não seria mais adequada, principalmente por não conseguir dar conta das demandas por maior agilidade e flexibilidade na tomada de decisões, não promover a cooperação entre seus membros e o desenvolvimento de conhecimento e aprendizagem dos indivíduos, elementos fundamentais para o desenvolvimento de inovações mais radicais (ZARIFIAN, 2001, SALERNO, 1999, TAKAHASHI e TAKAHASHI, 2006 e JENSEN *et al*, 2007).

Portanto, pode-se concluir que estruturas organizacionais “clássicas” ou “mecanicistas”, que buscam a eficiência no uso dos recursos de produção, não seriam as formas mais adequadas para lidar com a incerteza e complexidade das atividades inovadoras radicais, mas se adaptam a inovações incrementais (LAM, 2005).

As características deste tipo de divisão e coordenação do trabalho, focadas na eficiência e na estabilidade, favorecem a melhoria contínua de produtos e processos, típicas de ambientes onde a inovação requerida é mais incremental.

Diferentes Formas de Estruturas Organizacionais para Inovação

Nos parágrafos acima foi feita uma discussão sobre quais seriam as características do Projeto Organizacional clássico para gestão de inovações, especificamente incrementais. Uma das formas mais difundidas na literatura sobre organização para desenvolvimento de inovações, e mais especificamente, no Desenvolvimento de Produtos (DP) é a Organização por Projetos. Essa discussão é relevante para este trabalho, porque ainda que ela tenha como objetivo a organização de atividades de DP, as empresas têm como núcleo central das atividades inovadoras as áreas ligadas diretamente ao DP, como a Pesquisa e Desenvolvimento, por exemplo. Entender como esta área pode ser estruturada e como é seu relacionamento com outras áreas da empresa pode auxiliar a compreensão dos processos de inovação desde a geração da ideia até sua comercialização. Portanto, será feita uma discussão sobre as formas de organização do DP – as **estruturas funcionais**, **matriciais** e **por projetos**.

A organização das atividades de DP refere-se à forma como os membros de um time estão ligados, formal ou informalmente. As maneiras mais tradicionais de realizar esta conexão organizacional ocorrem por meio de alinhamento de funções ou de projetos, ou ainda, ambos. Uma função pode ser definida como uma área de responsabilidade com alto grau de especialização de conhecimentos. No DP, geralmente estão envolvidas áreas como P&D (ou Engenharia), Marketing e Manufatura. Mesmo estando ligados a uma função pela sua especialização, os indivíduos podem estar vinculados a um projeto específico. Assim, podem-se identificar duas formas opostas de organização do DP: a organização Funcional e a organização por Projetos. Na primeira, a conexão dos indivíduos é feita conforme sua filiação a uma determinada função, enquanto que na segunda, esta conexão é realizada com base no projeto em que cada indivíduo está trabalhando, com a coordenação de um gerente específico designado para este fim (ROZENFELD *et al*, 2006).

Devido ao aumento da complexidade dos projetos e ao desafio de integrar diferentes tecnologias, uma terceira forma híbrida entre a estrutura funcional e a

estrutura por projetos surgiu: a organização matricial. Nesse tipo de estrutura, os indivíduos estão ligados a outros tanto por meio de suas áreas funcionais quanto por meio de um ou mais projetos, tendo geralmente dois superiores hierárquicos: o Gerente Funcional e o Gerente do Projeto ao qual ele está alocado (ROZENFELD *et al*, 2006 e CLARK e FUJIMOTO, 1991). A Figura 9 a seguir ilustra os tipos de estruturas de DP.

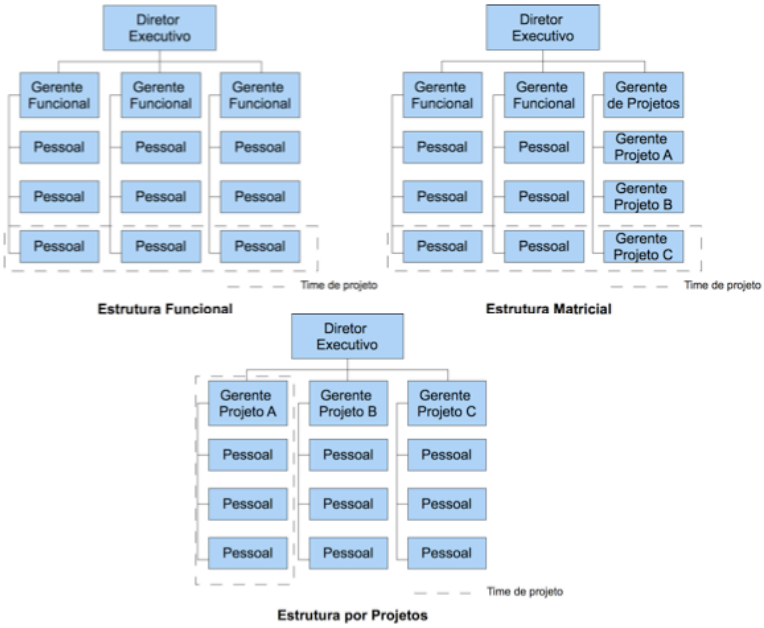


Figura 9 – Tipos de Estruturas para DP
Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006)

Algumas das dificuldades de operacionalização da estrutura matricial é o relacionamento dos membros do time com seus dois gerentes (o funcional e o matricial) e o relacionamento dos gerentes de projeto com os gerentes funcionais. Para lidar com esta questão e conferir maior autoridade ao Gerente de Projeto, Clark e Fujimoto (1991) sugerem duas variações da estrutura matricial: “leve” e “pesada”. Na “leve” o Gerente do Projeto tem uma função mais de coordenação e administração do projeto, não tendo autoridade sobre o pessoal do time e sendo , na prática, subordinado aos gerentes funcionais. Na estrutura matricial pesada, predomina a ligação baseada no projeto. Seu gerente, conhecido como *Heavy-weight Manager*, ou gerente peso-pesado, possui elevado grau de autonomia e autoridade no orçamento e na avaliação dos membros de seu time e toma as decisões sobre alocação de recursos de seu projeto.

Rozenfeld *et al.* (2006) relacionam os times de projeto funcionais e matricial

leve com inovações incrementais, enquanto que os times matricial pesado e por projetos seriam mais adequados a inovações radicais.

Ainda que possam ser estabelecidos padrões para a organização e a estrutura de DP, observa-se na prática uma sobreposição entre estruturas formais e informais criadas para o desenvolvimento de projetos de inovação, ou seja, não se distinguem claramente as formas organizacionais supracitadas (ROZENFELD *et al*, 2006). Ainda que muitas empresas possam ser classificadas como estruturas "funcionais", há de fato uma organização de projeto, com a existência de uma liderança informal, que coordena e assume a responsabilidade pelo projeto. Mesmo em estruturas matriciais ou por projetos, muitas vezes há o surgimento de "times paralelos" ou uma "coordenação de fato" que assume tarefas ou a liderança de um determinado projeto. Geralmente, essa coordenação de fato é realizada por pessoas ou áreas funcionais que detêm grande quantidade de informações e conhecimentos fundamentais para determinado projeto.

Ainda dentro do tema de Estrutura Organizacional para Projetos de Inovação, destaca-se a formação dos times de Engenharia Simultânea, ou SET (*Simultaneous Engineering Teams*). De acordo com Clark e Wheelwright (1993), os times de engenharia simultânea são equipes multifuncionais, com o envolvimento de diferentes áreas funcionais em um time de projeto desde suas fases iniciais, e com a estruturação de atividades de forma paralela e simultânea. Estas ações têm por objetivo reduzir a incerteza e as probabilidades de erro em um projeto, com a antecipação de potenciais problemas desde as fases iniciais do projeto – com o envolvimento da produção na concepção do protótipo, por exemplo, podem-se antecipar problemas de manufatura em um determinado conceito de produto. Com a consecução de atividades de maneira paralela e simultânea, encurtam-se os prazos de desenvolvimento.

5.1.2. Estruturas Organizacionais para Inovação Radical

Conforme discutido nas seções anteriores, para uma empresa inserida em um ambiente turbulento, com mudanças disruptivas em tecnologia e mercados, seria necessário um conjunto diferente de práticas e padrões de comportamento que lidassem com a necessidade de desenvolvimento de inovações radicais. Henderson

(2006) sugere que para uma organização estabelecida que necessite desenvolver inovações radicais seria necessária a transformação de suas *competências organizacionais*, ou seja, que as rotinas e padrões de comportamento e decisão da empresa fossem redefinidos para lidar com a incerteza e a ambiguidade próprias das inovações radicais.

Também para Lam[17] (2005), a habilidade de uma organização para inovar seria uma pré-condição para a utilização bem sucedida dos recursos criativos e novas tecnologias, que são a base para o desenvolvimento de inovações. A introdução de novas tecnologias e conhecimentos quase sempre colocam novos desafios e oportunidades, fazendo com que as formas usuais de organização de uma empresa não sejam mais efetivas, trazendo a necessidade de transformações na organização. Haveria uma diferença entre organizar o trabalho necessário para o presente e para o futuro: empresas bem sucedidas no passado tenderiam a manter suas estratégias e estruturas, o que não é necessariamente suficiente para manter a competitividade de forma sustentável no futuro (TUSHMAN e NADLER, 1997). Certamente, uma empresa poderia inovar mesmo sem alterar sua estrutura organizacional, mas seu desempenho em inovação seria superior se ela considerasse o processo de inovar como parte integrante dos processos rotineiros da empresa e não como exceção. Para isso, inovar em sua organização seria necessário.

Portanto, Inovação em Produtos e Inovação Organizacional estão inter-relacionadas. Este não é um conceito novo: Schumpeter já via a mudança organizacional, junto com novos produtos, novos processos e novos mercados, como fatores da “destruição criativa”, que seria o motor do desenvolvimento econômico (LAM, 2005).

O termo inovação organizacional refere-se à criação ou à adoção de uma ideia ou comportamento novo na organização. A literatura existente sobre o assunto é de fato muito diversa e não muito bem integrada em uma teoria consistente. O fenômeno de inovação organizacional é interpretado de diferentes formas dependendo da corrente teórica que o analisa. Alguns autores usam-no para se

---

[17] No texto citado, Lam não faz distinção entre inovação radical e incremental. Mas pelo desenvolvimento de seu raciocínio, especialmente quando fala de adaptar-se a novas tecnologias e conhecimentos, pode-se extrapolar sua discussão para o tema de organização para inovação radical.

referir a um conceito amplo de “inovação ou comportamento inovativo em organizações”, ou “ adoção de inovações pela organização”. Por outro lado, autores como Pettigrew e Fenton (2000) utilizam-no em um sentido mais restrito, de inovações em estruturas organizacionais (LAM, 2005).

Para este trabalho, a inovação radical em produtos seria a “variável independente”, enquanto que a inovação organizacional, a “variável dependente”. Em outras palavras, a visão utilizada neste trabalho é de que a implementação de inovações tecnológicas ou de produtos em determinada empresa pode (ou muitas vezes, precisa) estar associada a modificações na forma em que esta empresa usualmente trabalha, ou seja , implica inovações organizacionais.

Inovação organizacional é um conceito mais amplo do que simplesmente a adoção de uma nova estrutura organizacional: é um conjunto de componentes integrados que trabalham juntos para criar e reforçar o tipo de ambiente propício ao desenvolvimento de inovações. Significa mudar não só a estrutura, mas ferramentas de gestão, padrões de comportamento e decisão. Os estudos sobre organizações para inovação, ainda que numerosos, possuem uma visão limitada sobre o tema, com muita ênfase em prescrições sobre estruturas para desenvolvimento de produtos, como “times de engenharia” ou “estruturas soltas (*loose coupled*)” (TIDD, PAVITT e BESSANT, 2001).

Lam (2005) identificou três grandes correntes na literatura sobre inovação organizacional: (a) Relação entre inovatividade e formas organizacionais, (b) Inovação como um processo de aprendizagem organizacional e criação de conhecimento e (c) Capacidade da organização de adaptar-se e mudar. Ainda que haja importantes sobreposições e interconexões entre essas visões sobre organização, as diferentes correntes teóricas são distintas e não há um único modelo teórico que entenda o fenômeno da “Inovação organizacional”, em grande parte devido à própria complexidade e ambiguidade presentes no conceito de “Inovação Organizacional”.

Então, conforme discutido acima, se o paradigma de organização clássico não seria adequado para lidar com a complexidade e incerteza dos ambientes de mudanças disruptivas, qual seria a estrutura organizacional mais adequada para a inovação radical? Em primeiro lugar, há que se deixar claro que não se busca um único modelo adequado para qualquer circunstância – essa premissa faz parte do modelo “clássico” de Projeto Organizacional, que já se discutiu não ser o mais

adequado a atividades inovativas radicais. Portanto, mais que buscar um modelo de organização, procurar-se-á indicar um conjunto de critérios que embasam o projeto de organizações com necessidade estratégica de inovar mais radicalmente para se diferenciar e obter vantagens competitivas sustentáveis.

Para inovar radicalmente, haveria a necessidade de estruturas mais flexíveis e ágeis, que permitam a interação e a comunicação entre membros da organização, sem demarcações rígidas entre áreas funcionais e com integração de funções. Esse tipo de estrutura "*adhocrática*" ou orgânica permitiria desenvolver conhecimento baseado na experiência prática e interação, que alavancaria a capacidade inovadora de uma empresa (JENSEN *et al*, 2007). Também este tipo de organização seria a mais apta a lidar com eventos – na concepção de Zarifian (2001), ou seja, de lidar com ações não previstas e acontecimentos aleatórios –, como é característico de ambientes inovadores.

Eventos, para Zarifian (2001), são ações não previstas e aleatórias que devem ser enfrentadas na operação cotidiana de uma empresa. Seria algo que está em ruptura com o desenrolar dos fenômenos e a que a organização dá importância. Para lidar com situações deste tipo, o paradigma clássico de organização do trabalho, centrado na "tarefa" repetitiva e previsível, não seria o mais indicado. Atividades de inovação são, por sua natureza, sujeitas a acontecimentos aleatórios e com resultados imprevisíveis, que a organização deve estar preparada para enfrentar, caso queira ser bem sucedida. Portanto, pode-se fazer um paralelo entre as atividades de inovação e os eventos da operação.

Contudo, há que se enxergar a questão de estruturas *adhocráticas* como incentivadoras de inovação com cautela: se por um lado estruturas soltas, com pouca hierarquia, facilitariam a comunicação e a agilidade necessárias para inovar, por outro, paradoxalmente, em certas situações podem aumentar a burocracia e levar a uma maior concentração de poder decisório (no mecanismo de "supervisão direta" de Mintzberg (2003)), como forma de garantir a coordenação centralizada de decisões que eventualmente necessitam de uma grande velocidade de resposta e de processamento de informações, atributos que processos mais participativos podem se revelar incapazes de oferecer (MARX, 2008).

Ao invés de estruturas organizacionais puramente *adhocráticas* coordenadas por ajustamento mútuo, ou organizações apenas com menos níveis decisórios, o que seria necessário é o estabelecimento de uma cultura organizacional que suporte

o estabelecimento de times multifuncionais bem definidos e que possam ser modificados quando necessário, onde a autoridade decorre muito mais da legitimação do conhecimento do que da hierarquia (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997).

Mintzberg (2003), em seu trabalho sobre configurações de Projeto Organizacional, define a "*adhocracia*" como uma configuração fortemente comprometida em proporcionar inovação na empresa. É uma forma de organização não inspirada nos princípios clássicos, especialmente em relação aos conceitos de unidade de comando, formalização do comportamento e sistemas de planejamento e controle. Caracteriza-se pelos seguintes atributos:

- estrutura orgânica, formada por equipes *ad hoc* de projetos;
- pouca formalização do comportamento;
- alta especialização horizontal do trabalho baseada no conhecimento formal dos indivíduos;
- ajustamento mútuo entre equipes de trabalho, sem necessidade de coordenação funcional formal;
- ausência de padronização dos produtos ou processos utilizados;
- descentralização das decisões das atividades inter e intra equipes de projetos.

Ainda que não haja um paradigma consolidado de estrutura organizacional para este tipo de ambiente, vários autores, como Brown e Eisenhardt (1997), Hatchuel e Weil (1999), Worley e Lawler III (2006) e Hamel e Breen (2007), discutem características organizacionais para empresas atuando em ambientes inovativos. Em comum entre os autores pesquisados verifica-se a necessidade de organizações aptas a mudanças de acordo com as variações no ambiente, mais interação e comunicação entre membros, maior agilidade na tomada de decisões e menor demarcação de funções.

O'Connor e DeMartino (2006), em uma pesquisa sobre estruturas organizacionais para um sistema gerencial voltado a inovação radical dentro de empresas já estabelecidas, encontraram sete modelos organizacionais distintos para lidar com a questão. Em comum, os modelos apresentam estruturas organizacionais que legitimam experiências de transformação, aprendizagem específica da situação, acumulação de experiências, e uso de regras simples de decisão. Além disso, em todas as estruturas é importante o papel de um líder engajado com inovação e com

poder de influência sobre toda a empresa.

Outro ponto a se destacar é que uma dada organização não é estática, devendo ser analisada de acordo com o estágio evolutivo do ambiente onde está inserida. Em outras palavras, sua estrutura e estratégia evoluem conjuntamente com as modificações no ambiente externo (dinâmica competitiva, tecnológica e institucional), assim como as formas organizacionais de seus concorrentes, clientes e fornecedores, fazendo com que novas formas organizacionais possam mudar e emergir de uma dada população de organizações (LEWIN, LONG e CARROL, 1999).

A evolução da estrutura organizacional da empresa se dá através de um processo de aprendizagem contínuo, envolvendo tentativa e erro. Estruturas organizacionais que incorporem a transformação, aprendizagem específica da situação, acumulação de experiências e adoção de regras simples, mas apropriadas, ajudariam a ampliar a capacidade de desenvolver Inovações Radicais dentro de empresas já estabelecidas (PHILLIPS *et al*, 2006 e O'CONNOR e DeMARTINO, 2006).

Brown e Eisehnardt (1997) chamam este tipo de estrutura organizacional em evolução constante de *semiestrutura*, onde determinadas características e rotinas estão bem definidas em padrões de comportamento típicos de empresas consolidadas, como responsabilidades de pessoal, critérios de priorização de projetos, etc; por outro lado, haveria liberdade para conceber o processo de desenvolvimento como um todo. Para este tipo de organização, é fundamental estabelecer quais comportamentos e rotinas são definidos, evitando que uma única pessoa concentre a responsabilidade de decidir pelo projeto.

A questão, então, seria definir como efetivamente criar a chamada estrutura **ambidestra** ou **semiestrutura**. Lafley e Charam (2008) elencam seis critérios que deveriam ser seguidos para projetar e selecionar a estrutura organizacional adequada para um ambiente turbulento e inovativo, propício para o desenvolvimento de inovações tanto incrementais quanto radicais:

- Se a inovação pertence ao *core business* da empresa, próximo a ele ou se é um tipo de inovação totalmente novo – ou seja, deve-se verificar o grau de novidade da inovação para a empresa;
- O nível de risco e oportunidade da inovação e o nível de investimento requerido;

- O grau que a inovação exige de alavancagem de capacidades existentes ou, em oposição, o quanto requer o desenvolvimento de novas capacidades;
- O horizonte de tempo de desenvolvimento;
- O tipo de experiência e *expertise* requerido do time de desenvolvimento;
- Qual a fase do desenvolvimento: geração de ideia, prototipagem, desenvolvimento, qualificação ou comercialização.

Ampliando as fronteiras da empresa - Redes de Inovação

Outra questão importante ao se discutir o Projeto Organizacional para inovação seria a definição das fronteiras e dos limites da empresa. Inovação é um processo onde o resultado é altamente dependente da interação e comunicação entre pessoas, pertencentes a uma mesma organização ou não (LUNDVALL, 2004).

Nos últimos anos, para reduzir custos de desenvolvimento e riscos de investimento, obter acesso a conhecimento não existente ou não desenvolvido na empresa e melhorar a eficiência no processo de inovar, cada vez mais as empresas estão recorrendo a fornecedores, institutos de pesquisa e universidades, clientes, concorrentes e até consumidores finais como fontes de inovação, o chamado modelo de *Open Innovation* (VON HIPPEL, 1988 e 2005, CHESBROUGH, 2003).

Redes de inovação contribuem significativamente para aumentar a capacidade de inovar das empresas, pois as expõem a novas fontes de ideias, permitem acesso mais rápido a recursos e permitem transferência de conhecimento. Colaborações formais também permitem a divisão de trabalho das atividades inovadoras, e possibilitam que uma empresa desenvolva projetos que ela não conseguiria executar sozinha, como no caso da indústria aeronáutica e automotiva (POWELL e GRODAL, 2005).

Nesse modelo de inovação aberta (ou "*Open Innovation*"), não só a empresa unitária é agente importante no processo de inovar, mas também a rede inter-organizacional formada por seus fornecedores, clientes, concorrentes, instituições públicas e privadas de pesquisa e universidades. O desafio seria como aumentar o fluxo de conhecimento entre os membros da rede ao mesmo tempo em que se procura ampliá-la (POWELL e GRODAL, 2005). Lundvall (2007) argumenta que a implementação de inovações bem sucedidas no mercado dependeria não apenas de como gerenciar pessoas, mas como gerenciar o que ele chama de "*orgware*", ou

como as pessoas se relacionam internamente à organização e do "*socware*", ou como as pessoas de diferentes organizações se relacionam.

Powell e Grodal (2005) criaram uma tipologia com quatro principais tipos de redes inter-organizacionais, classificadas de acordo com sua formalização (informal ou formalizada, mostrando seu grau de objetividade), e com sua facilidade de inserção (altamente fluidas ou de afiliação fechada), conforme mostra a Figura 10, a seguir.

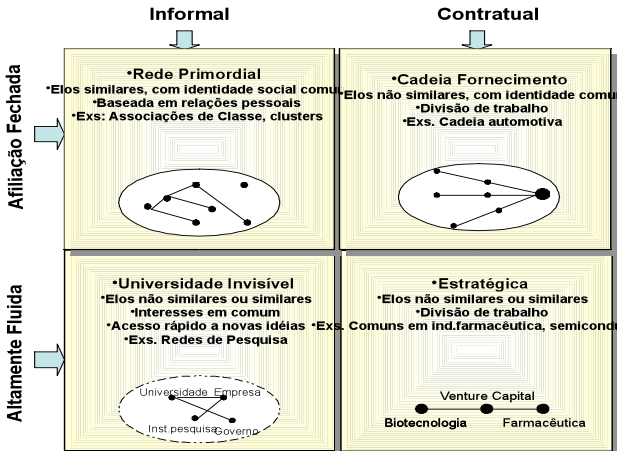


Figura 10 – Tipologia de Redes de Inovação
Adaptado de Powell e Grodal (2005)

A forma de uma rede não é estática, podendo evoluir em formalização e/ou facilidade de inserção – redes informais podem se tornar estratégicas, como uma relação entre empresa e universidade, gerando patentes e produtos, ou o que era uma relação de terceirização de atividade inovadora pode se tornar uma profunda relação de colaboração.

Quanto mais informal e fluida uma rede, maior a dificuldade de se transmitir conhecimentos tácitos. Quando o conhecimento é explicitado na forma de artefatos ou especificações, fica mais fácil trabalhar em redes com elos mais frágeis entre si, enquanto que para se trabalhar com conceitos ainda não claramente definidos (como nos estágios iniciais de desenvolvimento de novos produtos), redes baseadas na divisão mais clara de atividades (como as redes estratégicas e de cadeia de suprimentos) seriam mais bem sucedidas.

Esta diluição das fronteiras da empresa deu vazão a uma série de experimentações com novas e variadas formas organizacionais. Para serem bem sucedidas nesse paradigma de inovação, as empresas envolvidas em *Open*

Innovation devem desenvolver formas organizacionais que estimulem competências que aumentem sua capacidade de absorver os conhecimentos gerados externamente à empresa, o que permite a elas explorá-los com sucesso na hora de desenvolver inovações. Iniciativas como estruturas matriciais e orientadas a projetos, e estruturas voltadas à criação e à coordenação de conhecimento são algumas destas formas (COHEN e LEVINTHAL, 1990 e VAN DEN BOSCH, VOLBERDA e DE BOER, 1999).

O modelo de inovação em redes é também uma forma de dividir os riscos, especialmente financeiros, envolvidos no desenvolvimento de inovações, em particular as mais radicais. Portanto, seria uma forma bastante adequada para auxiliar no desenvolvimento de inovações mais radicais por empresas consolidadas (CHRISTENSEN e OVERDORF, 2000).

5.2.Estruturas para Criação e Difusão de Conhecimento

O processo de inovação pode ser descrito, conforme Pavitt (2005) como um conjunto de três subprocessos amplos e que se sobrepõem:

1. A geração de conhecimento;
2. A transformação do conhecimento gerado em produtos, sistemas, processos ou serviços e
3. A contínua convergência entre as necessidades e demandas do mercado com o subprocesso anterior.

Tem-se, por esta definição do processo de inovação, que o conhecimento – não limitado somente a seu aspecto tecnológico, e sim a um contexto mais amplo (também de *como* desenvolver novos produtos e seu mercado) – e sua geração, dispersão, coordenação e a transformação deste em produtos, processos, serviços e sistemas, é elemento fundamental para a Capacidade Inovadora da empresa.

Outras definições para inovação (Amabile,1988, Kanter, 1983, apud Lam, 2005) destacam seu aspecto de processo de solução de problemas e transformação de ideias em práticas. Mezias e Glynn (1993) definem inovação como processo fora da rotina organizacional, que desafia a criatividade e inteligência da organização. Cohen e Levinthal (1990) destacam que a geração de inovações depende da acumulação de conhecimentos que possibilitam à empresa assimilar e explorar novos conhecimentos e tecnologias.

Podem-se identificar importantes similaridades entre a natureza dos processos de inovação e aprendizagem organizacional. Ambos são incertos – tanto em atividades inovadoras ou de aprendizagem, o conhecimento vai sendo construído ao longo do processo, sem se ter certeza sobre onde se irá chegar –, cumulativos – o conhecimento prévio é fator fundamental tanto em processos de aprendizagem quanto de inovação – e coletivos – ambos requerem colaboração de diferentes pessoas, com diferentes capacidades (LIU, XIAO e LIU,2008).

Quanto mais radical a inovação, maior a necessidade de desenvolver capacidade de aprendizagem, ou seja, de desenvolver conhecimentos e tecnologias distintas daquelas já dominadas pela empresa. Além disso, como já citado na seção anterior, a capacidade de aprender e desenvolver constantemente a organização seria um diferencial para empresas que necessitam inovar mais radicalmente (PHILLIPS *et al*, 2006 e O'CONNOR e DeMARTINO, 2006).

Empresas grandes em setores estabelecidos, que dedicam grande parte de seus recursos a P&D e inovam regularmente, podem ser desafiadas se não souberem interpretar sinais de transformação em seus mercados e tecnologia. Inovar mais radicalmente, então, significaria desenvolver habilidade para captar estes sinais de mudança e prontidão para mover-se para novas áreas e tecnologias. Isso significa gerir eficazmente o conhecimento, ou seja, desenvolver e construir competências em segmentos específicos, adaptando, absorvendo novos conhecimentos quando necessário e deixando para trás conhecimento redundante ou obsoleto (TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001).

Dadas as características acima citadas de inovação, tem-se que é imprescindível entender o papel do conhecimento e da aprendizagem organizacional em seu processo de desenvolvimento. O gerenciamento efetivo da inovação necessita de estruturação que capacite a aprendizagem efetiva, ou seja, aquela que contribui para a expansão da base de conhecimento no nível individual, grupal e organizacional. A habilidade da organização de melhorar continuamente seus processos e sistemas voltados a inovação, está diretamente ligada à capacidade de aumentar sua base de conhecimento (LAM, 2005 e ANTONELLO, 2005).

Para melhor compreender quais formas de organização são mais eficazes para criar e difundir conhecimento, e portanto, inovar, faz-se necessária a discussão sobre o que é conhecimento, como se dá o processo de aprendizagem e criação de conhecimento nos níveis do indivíduo e da organização, e, finalmente, quais os

pressupostos de uma organização voltada à aprendizagem e geração de conhecimento, o que será feito a seguir.

Conhecimento – definições, características e impactos sobre a inovação

Uma definição direta de conhecimento, que fuja ao tautológico "conhecimento é o que se sabe", é algo extremamente complexo, que vem intrigando a filosofia há séculos. Para Nonaka e Takeuchi (1997), conhecimento pode ser definido como:

> *"Nova interpretação ou crença legítima sobre uma dada realidade que orienta o comportamento das pessoas, grupos, ou sociedade*."

Já Maturana e Varela (2001) o descrevem:

> *"É resultado da relação do homem com a realidade, com outros homens e consigo próprio."*

Ainda que diferentes autores possuam diferentes visões sobre o que é conhecimento e quais suas implicações para a gestão da inovação, pode-se identificar um fato em comum entre elas: a dimensão social da criação do conhecimento e dos processos de aprendizagem.

Pode-se classificar o conhecimento em dois níveis (POLANYI, 1997 e NONAKA e TAKEUCHI, 1997):

- Tácito – pessoal, subjetivo, específico ao contexto, e, portanto, difícil de ser formulado, codificado e comunicado, independentemente do sujeito a ser aprendido. Sua transferência requer interação social e o desenvolvimento de entendimento e esquemas de interpretação comuns.
- Explícito – ou codificado, refere-se ao conhecimento transmissível em linguagem formal e sistemática.

Esta distinção entre dois tipos de conhecimento tem gerado muita discussão na literatura sobre suas formas de transmissão. Há uma visão (considerada um tanto equivocada atualmente) de que a simples transformação do conhecimento tácito em explícito seria suficiente para sua transmissão – através de "manuais" ou procedimentos, por exemplo. Mas o conhecimento que pode ser escrito e transmitido somente fará sentido e será absorvido por aqueles que entenderem a linguagem específica nele contida. Absorver conhecimento é raramente um processo automático. Além disso, é comum que o conhecimento não seja passível de total codificação, restando o "pulo do gato", que não seria facilmente transmitido. Isso

implica que o conhecimento explícito sozinho não teria utilidade econômica (JENSEN *et al*, 2007).

Essas características do conhecimento e o reconhecimento da importância do papel de seu elemento tácito têm importantes implicações na forma de organizar o processo de aprendizagem e a própria criação de conhecimento. O desenvolvimento de conhecimentos baseados na experiência, prática e interação entre empregados, clientes e fornecedores passa a ser fundamental no desenvolvimento de inovações, o que implica a necessidade de uma organização que apoie este processo, como será discutido a seguir.

Transformação do Conhecimento Individual em Organizacional.

O conhecimento é somente criado por indivíduos. A organização pode apoiar os indivíduos criativos ou proporcionar-lhes contextos para a criação do conhecimento. O conhecimento de uma organização, portanto, deve ser entendido como um processo que amplia organizacionalmente o conhecimento criado por indivíduos, cristalizando-o como parte da rede de conhecimentos da organização (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

A criação de conhecimento pela empresa está relacionada à criação de competência, ou capacidade de uma empresa de inovar. Ambos os conceitos – conhecimento organizacional e competências – são complexos e possuem diversas interpretações na literatura. Argyris e Schon (1978), dois dos pesquisadores mais citados sobre o assunto, definem aprendizagem organizacional como “ a detecção e correção dos erros cometidos”. Fiol e Lyles (1985) a definem como “ o processo de melhorar as ações através de mais conhecimento e compreensão sobre determinado assunto”. Pode-se destacar nestas definições a importância da aprendizagem que ocorre com a experiência, que pode ser vista como uma forma de conhecimento tácito, uma vez que não seria facilmente transmitido e codificado.

Na teoria do conhecimento organizacional de Nonaka e Takeuchi, é fundamental o papel desempenhado pelo conhecimento tácito e individual, que seria a origem de todo conhecimento humano. Para eles, a criação de conhecimento organizacional, e portanto, a transformação do conhecimento individual em conhecimento organizacional, seria um *processo de conversão do conhecimento tácito em explícito*.

Esse processo poderia ocorrer em cinco fases, a chamada “espiral do

conhecimento" (Figura 11): na primeira, o conhecimento tácito e individual é compartilhado entre indivíduos de um grupo, em um processo chamado de *socialização*; em seguida, o conhecimento tácito é convertido em conceitos, de acordo com o direcionamento estratégico da empresa, ainda dentro do grupo (a *externalização)*; estes conceitos são, então, convertidos em especificações e combinados a outros conceitos criados por outros grupos, e são incorporados a produtos (a *combinação*); finalmente, a experiência de cada participante do projeto é convertida por cada um em conhecimento tácito (a *internalização*), reiniciando o processo de criação de conhecimento, desta vez em um nível superior, devido à experiência já acumulada (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

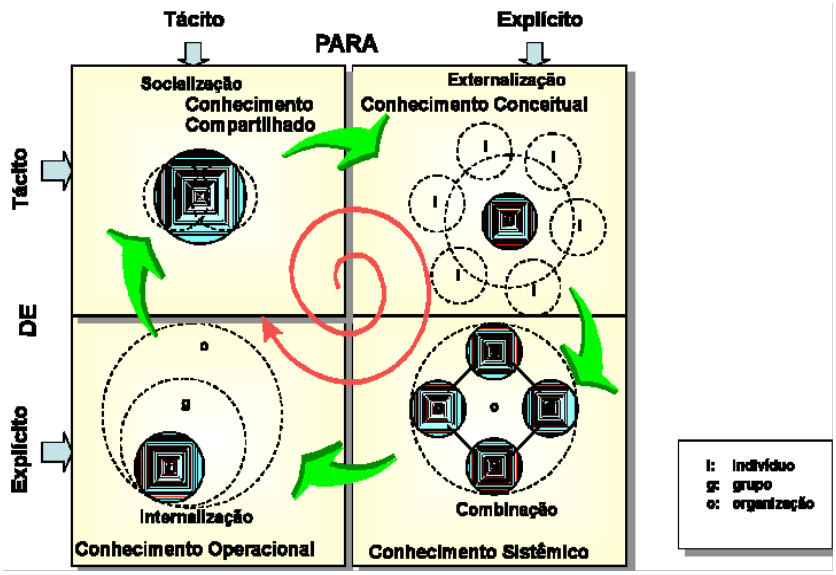


Figura 11 – Modelo da "Espiral de Conhecimento"
Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997)

Como já citado anteriormente, o centro do processo de criação de conhecimento e aprendizagem organizacional é o indivíduo, sendo que a organização deve criar condições ou contextos para a socialização do conhecimento individual e, portanto, transformá-lo em conhecimento organizacional.

Este contexto propício para a criação de conhecimento, o contexto capacitante ou *ba,* como definido por Von Krogh, Ichijo e Nonaka (2001), seria formado pela cultura e ambiente organizacionais que incentivassem a criação de conhecimento, pela estratégia da empresa, além de uma organização que promovesse o contexto capacitante. Este último fator, por ser o tema deste trabalho,

será discutido com maior profundidade na próxima seção.

Como pressupostos na criação do *ba,* Von Krogh, Ichijo e Nonaka (2001) identificam os seguintes fatores:

- Intenção: como a estratégia corporativa se coloca diante da questão do conhecimento;
- Autonomia;
- Flutuação e “Caos Criativo”: medida de quanto a organização está aberta em relação ao ambiente;
- Redundância: sobreposição intencional de atividades, fazendo com que diferentes pessoas discutam o mesmo assunto;
- Variedade de Acesso: acesso rápido à mais ampla gama de informações necessárias, externa ou internamente à empresa.

Pelo que foi discutido até o momento sobre as características do conhecimento e quais os mecanismos de sua criação na organização, pode-se concluir que é necessária uma forma de organização que contenha os elementos do *ba* e, principalmente, que compreenda o papel central da forma tácita de conhecimento como elemento da criação do conhecimento organizacional.

Não se está descartando, de maneira alguma, o papel do conhecimento formalizado, explícito, na forma de tecnologia e criado pelo P&D, no desenvolvimento de inovações. Mas deve se reconhecer que estas formas de conhecimento (tácito e explícito) coexistem, são complementares e devem ser harmonizadas para promover a criação de conhecimento e inovação (JENSEN *et al*, 2007). Nesse ponto, a organização das atividades inovadoras teria papel fundamental.

Organização para Criação de Conhecimento

Na seção anterior, discutiu-se a importância do conhecimento para o processo de inovar e como o conhecimento individual pode ser apropriado por uma organização. A geração de conhecimento e o processo de sua transformação em produtos, sistemas, processos ou serviços é fundamental para o desenvolvimento de inovações tanto incrementais quanto radicais. O que diferiria entre os dois tipos de inovação seria a natureza dos conhecimentos requeridos.

A inovação incremental baseia-se no aprimoramento de produtos, serviços e processos já existentes, implicando portanto, em combinação e aperfeiçoamento de

conhecimentos já existentes na empresa, ligados a uma trajetória clara e conhecida de aprendizagem. Por outro lado, a inovação radical é relacionada, por sua natureza de novidade para a empresa, a conhecimentos e tecnologias não dominados pela organização, requerendo, portanto, um conjunto diferente ou com pouca conexão com os conhecimentos acumulados.

March (1991) relata dois tipos de relacionamento com o conhecimento: a exploração (*exploration*) de novos conhecimentos, que incluiria processos como "a *pesquisa, variação, exposição ao risco, experimentação, aposta, flexibilidade, descoberta e inovação*" e a exploração (*exploitation*) no sentido de aproveitamento dos conhecimentos já existentes, associada a processos de "*aprimoramento, escolha, produção, eficiência, seleção, implementação e execução".* Para ele, ambos são essenciais para a empresa e competem pelos recursos a serem aplicados. As empresas fariam escolhas explícitas ou implícitas em relação à estratégia e à organização visando os dois tipos de aprendizagem. Pode-se dizer que a exploração, em seu primeiro sentido, estaria mais ligada à inovação radical, enquanto que no segundo, à inovação incremental.

Portanto, pode-se concluir que mesmo que os processos de criação e acumulação de conhecimentos sejam importantes para qualquer tipo de inovação, **os padrões de aprendizagem e competências requeridas variam de acordo com o grau de novidade da inovação, o que leva a diferentes formas organizacionais que apoiem estes padrões, segundo o tipo de inovação – radical ou incremental**.

Lam (2005), ao propor formas organizacionais que promovessem a criação de conhecimento, identifica duas formas arquetípicas ideais e distintas: as formas *adhocráticas*, ou típicas de empresas do "Vale do Silício", baseadas na tipologia de Mintzberg (2003), e a *J-form* ou forma japonesa, oriunda do "modelo japonês" de produção[18], também descrita por Nonaka e Takeuchi (1997). Ambas seriam organizações que aprendem com fortes características inovadoras, mas com diferenças marcantes em suas estruturas, padrões de aprendizagem e tipo de inovações geradas.

A organização *adhocrática* estaria baseada nos conhecimentos dos indivíduos

---

18 O "Modelo Japonês" de produção pode ser considerado um modelo ideal de empresa que utiliza ferramentas (como JIT, CCQs, TQM, Kanban) e Projeto Organizacional baseado em princípios de gestão difundidos pela Toyota. Vide Zilbovicius (1999).

organizados em times de projeto flexíveis e orientados ao mercado, aptos a repostas rápidas a mudanças no ambiente, integrando novos conhecimentos capazes de gerar inovações mais radicais. Ela seria uma forma de organização orgânica e adaptativa, capaz de unir diferentes profissionais com variados conhecimentos e habilidades para resolver problemas complexos e com alto grau de incerteza, típicos de inovações radicais. Também teria fronteiras menos definidas e mais amplas, ou seja, permitiria a inserção de novos conhecimentos oriundos de outras organizações, como clientes, fornecedores e universidades. É um modelo próximo ao também sugerido por outros autores como Phillips *et al* (2006) e Brown e Eisenhardt (1997).

Já a *J-form* refere-se a um tipo de organização que seria voltada para o aprendizado cumulativo e tem sua capacidade de inovar derivada do desenvolvimento de competências coletivas e das rotinas de trabalho. Ela dá grande importância ao conhecimento tácito, oriundo da experiência operacional, e o transforma em conhecimento organizacional em um processo de fusão, síntese e combinação da base de conhecimentos existentes. Portanto, é orientada ao desenvolvimento de inovações incrementais em tecnologias relativamente maduras, caracterizadas pela possibilidade de combinações e mudanças incrementais em componentes e produtos existentes.

Quanto à sua estrutura organizacional, a forma *adhocrática* teria como principal característica a capacidade de adaptar sua base de conhecimento rapidamente a mudanças necessárias em ambientes novos. A *J-form* seria caracterizada por uma forma mais estável de organização, típica de grandes corporações que atuam em mercados mais maduros, onde seus funcionários teriam a oportunidade de desenvolver aprendizado sobre de suas rotinas diárias.

Como desvantagens dos dois modelos, tem-se que no *adhocrático* poderiam ser perdidas oportunidades de aprendizagem que se desenvolvem ao longo do tempo, devido a dificuldade de acumular conhecimento. Por outro lado, a *J-form* poderia estar demasiadamente voltada a suas próprias rotinas, o que inibiria oportunidades de aprendizagem de fontes externas e novas.

Lam (2005) admite que o modelo *adhocrático* dificilmente seria adotado em grandes corporações, sendo melhor aderente a empresas como as do “Vale do Silício”, uma vez que dependeria de uma série de fatores institucionais propícios a sua existência, como uma comunidade criada ao seu redor, proximidade com a

Universidade, etc. Hamel e Breen (2007) contudo, sustentam que empresas de variados portes e setores seriam beneficiadas pela adoção deste modelo de organização e apresentam como exemplos empresas como a Gore, a Whole Foods e a Google (esta última, legítima representante do “Vale do Silício”).

Outra preocupação quanto ao conhecimento requerido para o desenvolvimento de inovações mais radicais, de acordo com O’Connor e DeMartino (2006), seria quais conhecimentos necessários ao desenvolvimento completo e bem sucedido de uma inovação radical, ou seja, não se atendo ao processo de desenvolvimento em sentido estrito, mas chegando à sua difusão pela empresa e à comercialização bem sucedida. Para estes autores, uma inovação radical bem sucedida requer um conjunto de processos e conhecimentos que sustentem não só o desenvolvimento do produto em si, mas sim o processo completo de desenvolvimento de uma inovação (assim como também o fazem Hansen e Birkinshaw(2007)), que compreenderia os processos de *descoberta*, *incubação* e *aceleração*.

Na *descoberta*, estão envolvidas competências de criação, reconhecimento e elaboração de ideias de inovações radicais. São necessárias, então, habilidades de identificação e procura externa de ideias e conhecimentos não existentes na empresa. As formas organizacionais do tipo *adhocrática*, como acima discutido, auxiliariam neste processo, assim como modelos de *Open Innovation.*

A fase de *incubação* compreende transformar a ideia em uma proposta de negócio factível. Engloba processos de elaboração de planos de negócio, com o desdobramento da ideia em proposta concreta, com hipóteses de mercado baseadas em dados. Também inclui testar melhor a ideia, até a elaboração de protótipos. Esta fase necessita de habilidades tecnológicas e também de reconhecimento de mercado. De acordo com O’Connor e DeMartino (2006) é a competência menos desenvolvida nas empresas, em parte pela dificuldade de se elaborar planos de negócios para inovações que pressupõem muitas vezes a existência de mercados completamente novos, ou produtos radicalmente diferentes dos atuais.

A *aceleração* é a fase onde a inovação radical é integrada aos processos e rotinas da empresa, com certo nível de previsibilidade em termos de vendas e operações. É o tipo de processo que requer transição entre as fases de desenvolvimento e produção seriada, que as atividades de trabalho em grupo e

engenharia simultânea favoreceriam. Em resumo, além de competências e conhecimentos ligados ao desenvolvimento tecnológico, é necessária a aplicação de conhecimentos ligados ao mercado, não só na concepção do projeto, mas por todo seu processo de desenvolvimento, até seu lançamento.

O ideal seria que empresas, mesmo que grandes corporações atuando em mercados maduros, adotassem certas práticas e pressupostos organizacionais presentes na *adhocracia*, como a organização *ambidestra* demonstrada por Phillips et al (2006), como forma de desenvolver inovações radicais e incrementais ao mesmo tempo.

5.3 Ferramentas e Práticas de Gestão dos Processos de Desenvolvimento de Inovações Radicais x Incrementais

A literatura sobre gestão de processos de inovação apresenta um conjunto de práticas organizacionais e ferramentas que caracterizariam as *boas práticas* para gestão de inovação, conforme apresentado na Quadro 3, abaixo. O desafio para a empresa estaria em como adaptar cada prática especificamente a sua realidade. Percebe-se que estas práticas são focadas na estruturação, rotinização e controle do processo de desenvolvimento de inovações, mais especificamente na fase de conversão de ideias em projetos ou sua difusão na organização, conforme o framework de Hansen e Birkinshaw (2007).

Rotina / Iniciativa	Ferramenta de Gestão	Características Principais
Processo sistemático para desenvolvimento de produtos	Stage gates® – Cooper (2001) Funil de Inovação – Clark e Wheelwright (1993)	Monitoramento e controle mais próximo de cada etapa do processo de desenvolvimento de produtos.
Envolvimento no início do projeto de todas as funções	Times de Engenharia Simultânea (SET) – Clark e Wheelwright (1993)	O envolvimento de outras áreas funcionais no início do projeto facilita a difusão do projeto pela empresa, diminui resistências, traz diferentes ideias e soluções de projeto, evitando problemas futuros e retrabalhos.
Trabalhos paralelos e atividades simultâneas	Times de Engenharia Simultânea (SET) – Clark e Wheelwright (1993)	Reduz prazos de desenvolvimento, enquanto permite a interação entre diferentes áreas funcionais.
Estruturas de gestão de projetos apropriadas	Estruturas matriciais leves ou pesadas, funcionais e/ou projetizadas, adaptadas ao projeto – Clark e Fujimoto (1991), Rozenfeld et al. (2006)	A escolha de uma determinada estrutura organizacional de acordo com as condições do projeto e da empresa melhora a gestão do projeto.
Times de Projeto	Times de projeto multi-funcionais -	Envolvimento de diferentes

	Clark e Wheelwright (1993)	perspectivas e conhecimentos, desenvolvendo trabalho efetivo em grupo e solução de problemas.
Ferramentas de suporte avançadas	CAD, Prototipagem rápida, meios de trabalho cooperativo assistidos por computador	Redução de prazos de desenvolvimento, com qualidade de projeto.
Aprendizagem e melhoria contínua	Práticas de auditorias de projeto, normatização de atividades, certificações tipo ISO 9000	Carrega o conhecimento adquirido para projetos posteriores, evitando dissipação de experiências e conhecimentos e criando cultura de melhoria contínua.

Quadro 3 – Boas Práticas e Rotinas para Gerenciar Inovação
Adaptada de Phillips et.al (2006)

Conforme os trabalhos de Phillips *et al* (2006) e O'Connor e DeMartino (2006), tais práticas seriam mais indicadas à gestão de inovações do tipo incremental, ou seja, funcionam bem em ambientes de relativa estabilidade em termos de produtos e mercados, mas não desempenhariam bem sua função quando a inovação é radical, ou seja, quando a incerteza sobre seus resultados e mercados é maior. Neste caso, um conjunto diferente de práticas e padrões de comportamento seriam requeridos, que lidassem com as diferentes competências e conhecimentos exigidos quando há necessidade de desenvolver inovações radicais para a empresa.

As rotinas de inovação descritas no Quadro 3 operam eficientemente quando as regras do mercado são claras e aceitas por todos os seus atores (clientes, fornecedores, competidores), as estratégias são conhecidas e evoluem de acordo com uma trajetória conhecida pela empresa, os critérios para alocação de recursos são claros (como cálculos de Taxa Interna de Retorno, por exemplo) e há forte conexão com conhecimentos e competências já dominadas (PHILLPS *et al*, 2006).

Além disso, os processos e rotinas, por sua própria natureza, são concebidos para que os membros de uma organização realizem tarefas de uma maneira consistente ao longo do tempo e que isso não seja alterado. Caso sejam necessários ajustes, devem ser feitos de forma controlada, seguindo procedimentos. Quando uma pessoa utiliza uma rotina para desempenhar a tarefa para qual ela foi desenhada, provavelmente o resultado será positivo; mas quando a natureza da tarefa muda, o resultado pode não ser tão positivo (CHRISTENSEN e OVERDORF, 2000).

Quando o ambiente competitivo em que a empresa está inserida está sujeito

a transformações que podem significar mudanças radicais nas regras estabelecidas, ou seja, está sujeito a transformações disruptivas, causadas por inovações radicais oriundas da concorrência ou até mesmo de outros setores, não haveria mais regras claras para a tomada de decisão sobre projetos de inovação, havendo alta ambiguidade e maior risco (CHRISTENSEN, 1997). Neste caso, um conjunto de processos e práticas distintas das apresentadas no Quadro 3 seria requerido. Estas práticas, apropriadas a um ambiente disruptivo e à inovação radical, enfatizariam a tolerância ao risco, às falhas e à ambiguidade, apostas paralelas entre opções alternativas, rotinas operacionais *ad hoc* e *fuzzy* e deveriam lidar com as seguintes questões (PHILLIPS *et al*, 2006 e TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001):

- Como detectar, interpretar e gerar ideias radicais que lidem com a descontinuidade em mercados e tecnologias;
- Como evitar a "síndrome do não-foi-inventado-aqui" e outras respostas defensivas da organização;
- Como avaliar o risco e alocar recursos para ideias naturalmente mais arriscadas e incertas;
- Como gerenciar projetos com alta probabilidade de falha e aprendizado rápido;
- Como lidar com atores mais diversificados, em rede, com conhecimentos e competências diferentes;
- Como trazer o que é novo e diferente do usual para a operação rotineira da empresa.

Phillips *et al* (2006) identificam as seguintes características das práticas e ferramentas adequadas à inovação radical:

- Ausência de regras claras e alta tolerância à ambiguidade;
- Estratégias independentes de trajetória, emergentes, baseadas em tentativa e erro;
- Ambiente obscuro para a seleção de alternativas;
- Aposta no risco, apostas paralelas e tolerância ao erro;
- Ausência de operações rotineiras;
- "Visão periférica", ou seja, abertura para novas experiências e conhecimentos.

As "boas práticas emergentes" para lidar com a inovação radical, que teriam as características adequadas para gerenciá-la, desde a geração da ideia até sua

implementação, estão descritas no Quadro 4 (PHILLIPS *et al*, 2006 e LEIFER *et al*, 2000):

Etapa Processo de Desenvolvimento de Inovações	Ferramenta de Gestão	Características Principais
Disparando o processo – Geração de ideias	Desenvolver competências para procurar ideias fora da empresa Uso de perspectivas alternativas e múltiplas Uso de "antenas tecnológicas", captando tendências Desenvolvimento de cenários futuros	Antecipação às mudanças disruptivas do mercado e/ou tecnologia
Estratégia de Produto e Seleção de Portfolio	Estratégias e estruturas distintas para cada tipo de inovação Descentralização do orçamento para inovações, via fundos de *venture capital* interno	Permitir maior risco
Recursos de implementação	Organização de gestão de projeto flexível Ativa participação de usuários Redes paralelas de recursos para inovação	Enfatizar a tentativa e erro ao invés de planejamento antecipado de projeto
Inovação da Organização	Estruturas flexíveis e com mecanismos de incentivos apropriados	Criação de estruturas que permitam fluxo de conhecimentos e permitam criação de cultura voltada para inovação

Quadro 4 – Boas Práticas e Rotinas "Emergentes" e adequadas para Gerenciar Inovação Radical em ambientes de descontinuidade
Adaptada de Phillips et.al (2006)

Phillips *et al* (2006) chamam a organização que possui ferramentas do Quadro 4 de *ambidestra,* ou seja, hábil para lidar ao mesmo tempo com inovação incremental e radical, com horizonte de curto e longo prazo, com previsibilidade e alto risco. Em sua pesquisa com empresas inovadoras de setores diversos que tinham necessidade de inovar radical e incrementalmente, os autores encontraram diferentes alternativas de organização, mas todas concordavam que as ferramentas e práticas amplamente difundidas não se adaptavam bem à necessidade de inovar mais e mais radicalmente. Os autores concluem que ainda há poucas alternativas de prescrição de ferramentas e práticas de gestão para a inovação em ambientes de descontinuidade. A conclusão semelhante chegaram O'Connor e DeMartino (2006).

O desafio para a indústria petroquímica nacional é conciliar os processos e a organização para ser competitiva tanto em inovação de caráter incremental,

melhorando processos e produtos já existentes, quanto para inovar mais radicalmente, criando novos produtos e tecnologias para lidar com demandas por maior valor agregado e sustentabilidade ambiental. Como já apresentado no Capítulo 1, o objetivo desta tese, ao propor um conjunto de critérios para o Projeto Organizacional para inovação de empresas consolidadas atuando em setores maduros que desejam inovar simultaneamente de maneira incremental e radical, procura avançar nesta discussão, contribuindo para o estabelecimento de um conjunto de regras de Projeto Organizacional que pode vir a auxiliar na prescrição de ferramentas e práticas de gestão e modelos de organização dita *ambidestra*.

Ferramentas de Gestão do Processo de Inovação – Funil e Stage-Gates®

Conforme apresentado no Quadro 3, a literatura acadêmica e gerencial apresenta diversas ferramentas e rotinas que visam padronizar os processos de desenvolvimento e orientar a tomada de decisão nas empresas inovadoras. Um dos exemplos mais difundidos na literatura e na prática gerencial é o Funil de Inovação, desenvolvido por Clark e Wheelwright (1993), apresentado na Figura 12.

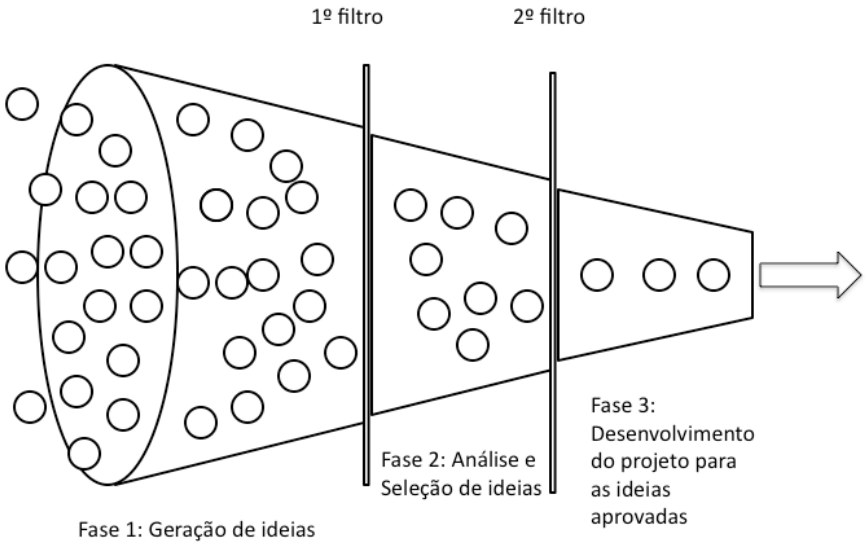


Figura 12 – Funil de Inovação de Clark e Wheelwright
Fonte: Adaptado de Clark e Wheelwright (1993)

Este modelo baseia-se em um conceito bastante lógico, quase intuitivo, para inovar: primeiro, na Fase 1, são geradas ideias em grande número. Na Fase 2, as ideias mais apropriadas aos objetivos e estratégia da empresa, considerando-se as

limitações de recursos, mercados e prazos, são selecionadas. Finalmente, na Fase 3 as ideias selecionadas são desenvolvidas até se tornarem produtos comercializáveis e serem lançados no mercado. É um modelo simples, que trata de maneira integrada as atividades de desenvolvimento, permitindo gerar e revisar alternativas, observar a sequência de decisões e avaliar a natureza da tomada de decisões. A forma de funil ocorre justamente porque existe um processo de tomada de decisões que reduz o número de opções disponíveis na atividade de projeto ao longo do tempo (CLARK e WHEELWRIGHT, 1993). Em cada uma de suas fases diferentes posturas administrativas são exigidas: na Fase 1, admite-se alta tolerância às falhas, para estimular a geração de ideias; mas na Fase 3, onde recursos da empresa já estão alocados ao projeto, a tolerância seria bem menor.

Outra ferramenta de gestão bastante difundida na literatura e no mercado é o modelo de *Stage-gates*®, desenvolvido por Cooper (2001). Nele, o processo de desenvolvimento é dividido em estágios predeterminados, sendo que cada estágio consiste em um conjunto de atividades predefinidas, multifuncionais e paralelas. Cada um dos estágios é desenvolvido de modo a obter as informações para que o projeto possa progredir para o estágio seguinte, passando por um ponto de decisão denominado de *gate*, que precede cada estágio. O momento onde cada *gate* ocorre é predefinido e especifica um conjunto de atividades a serem cumpridas para a conclusão do estágio em análise.

Cada *gate* é um ponto de verificação, onde se decide se o projeto continua ou deve ser abortado. Geralmente, a avaliação nos *gates* é conduzida por um gerente sênior ou por um comitê de projetos formado por um grupo de gerentes da organização. Os estágios de desenvolvimento do *Stage-gates*® são (Figura 13) (COOPER, 2001):

- **Investigação preliminar**: estudo prospectivo inicial e verificação do escopo do projeto.

- **Investigação detalhada**: um estudo em maiores detalhes, podendo, geralmente, resultar na elaboração de um plano de negócios, incluindo a definição, a justificativa do projeto e seu plano de desenvolvimento.

- **Desenvolvimento**: projeto de desenvolvimento do novo produto propriamente dito, compreendendo a definição das suas especificações, do processo de produção, construção dos protótipos, especificação dos meios de controle da qualidade (para o produto e do próprio projeto), e determinação dos

custos.

- **Validação e teste**: produção de protótipo e testes em laboratório, na própria planta industrial ou no mercado para verificar e validar o novo produto proposto e sua produção.

- **Produção e lançamento**: início da produção e lançamento no mercado.

Figura 13– Modelo de Stage-Gates®
Fonte: Adaptado de Cooper (2001)

Ambos os modelos de gestão são amplamente difundidos e servem de inspiração para o estabelecimento de diferentes formas de administração de projetos de inovação, como pôde ser verificado nas empresas pesquisadas. Em todas, variações do modelo do Funil e do *Stage-Gates®* foram encontrados, conforme poderá ser verificado no Capítulo 9.

A aplicação eficaz destas ferramentas, assim como outros modelos prescritivos, dependeria de sua adaptação às condições organizacionais de cada empresa (BARBIERI e ÁLVARES, 2004). Além disso, sua utilização pressupõe a existência de ambiente de mercado e tecnológico relativamente estável e previsível, com disponibilidade de dados que sustentem a tomada de decisão em cada uma de suas etapas (PHILLIPS *et al* 2006).

Outra crítica a estes modelos quanto à sua aplicação é seu foco no processo de desenvolvimento do produto. Outras etapas fundamentais para a inovação, como o gerenciamento do processo de geração das ideias, a forma de custeá-la e sua difusão dentro da empresa ou pela cadeia de suprimentos não seriam contempladas (LAFLEY e CHARAM, 2008).

Nas seções 5.1, 5.2 e 5.3 foram discutidas as características da Divisão e Coordenação do Trabalho, das Estruturas para Criação e Coordenação do Conhecimento e das Ferramentas e Práticas de Gestão para o desenvolvimento de inovações radicais e incrementais. Há o consenso na literatura de que os requisitos para estas áreas de decisão do Projeto Organizacional seriam diferentes para

inovações radicais e incrementais, e que uma empresa consolidada em um setor maduro que deseje desenvolver inovações incrementais e radicais deveria adotar uma organização flexível para se adequar a cada tipo de inovação, incremental ou radical. Mas a literatura não avança em como exatamente isto deveria ser feito. A seguir, na seção 5.4, serão discutidos critérios para o desenvolvimento do Projeto Organizacional mais adequado a esta situação, procurando suprir esta lacuna.

5.4 Critérios para o Projeto Organizacional voltado para Inovação Radical e Incremental na Indústria Petroquímica brasileira

Conforme discutido no Capítulo 3, a indústria petroquímica, e em especial a brasileira produtora de *commodities* e *pseudo-commodities*, vem sendo desafiada a repensar suas estratégias tecnológicas e de mercado em função da redução das margens de lucro em seus produtos, da possível instabilidade no fornecimento de petróleo e das pressões por produtos e processos sustentáveis ambientalmente. Esta mudança no cenário competitivo trouxe para as empresas a necessidade de desenvolver mais inovações radicais, ou seja, agregar mais valor a seus produtos e desenvolver novas tecnologias e rotas alternativas de processo.

Para a indústria petroquímica nacional, este é um desafio: desde sua implementação, ela caracterizou-se por adquirir tecnologia de processo de empresas estrangeiras e por produzir *commodities* para o mercado interno e eventualmente externo. Com o passar do tempo a indústria criou competências para adaptar os processos às condições locais de matérias primas, desenvolvendo competências em processos e otimizando-os em busca de maior eficiência econômica. Posteriormente, passou a desenvolver inovações incrementais em produtos e processos. Durante este processo evolutivo das estratégias tecnológicas e de inovação, sua organização e processos também tiveram necessidade de evoluir, conforme mostra a Figura 14:

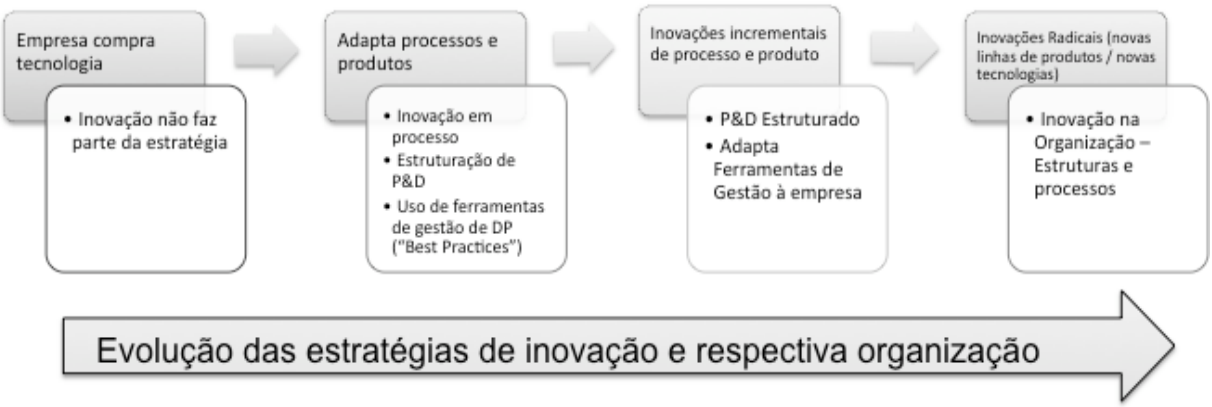


Figura 14 – Evolução das estratégias de inovação e respectiva organização na Indústria Petroquímica Brasileira

Elaborado pela autora

Como já citado, atualmente a indústria tem demonstrado a necessidade de inovar mais radicalmente em seus produtos e processos, sem contudo deixar de desenvolver inovações incrementais e sem tampouco perder o foco em eficiência operacional, o que motivou a elaboração da questão norteadora desta pesquisa: "*Quais critérios deveriam balizar o Projeto Organizacional para o desenvolvimento de inovações radicais de forma sistemática nas empresas do setor petroquímico nacional?*"

A partir da literatura pesquisada, conclui-se que as características para a Organização voltada para Inovações Incrementais e Radicais deveriam ser: (Quadro 5)

Áreas do Projeto Organizacional	*Inovações Incrementais*	*Inovações Radicais*
Ferramentas e Práticas de Gestão	- Processo de desenvolvimento estruturado e formalizado, baseando-se em *best practices* como Funil e *Stage- Gates*® - Critérios de decisão claros e conhecidos, baseados na estratégia da empresa, em fóruns formais de decisão	- Processos não formalizados, emergentes e *ad hoc* - Critérios de decisão não definidos - Influência clara de uma liderança para a decisão, baseando-se na estratégia da empresa

Estruturas de Divisão e Coordenação do Trabalho	- Características "clássicas" – estruturas definidas, formais e baseadas em funções	- Características da *adhocracia*, estruturas flexíveis - Divisão do trabalho focada em eventos, com times de projetos - *Open Innovation* – formação de redes de inovação
Estruturas para Criação e Difusão do Conhecimento	- *J-form* – Baseada em conhecimento tácito e aprendizagem incremental a partir de rotinas definidas - Aperfeiçoamento do conhecimento já existente (*exploitation*)	- Times flexíveis, sem fronteiras definidas, para absorver novos conhecimentos - Criação de novos conhecimentos (*exploration*) - Conhecimentos sobre mercado e difusão fortes

Quadro 5 – Características da Organização para Inovações Radicais e Incrementais consolidadas a partir da literatura pesquisada
Elaborado pela autora

Baseando-se na literatura revisada e apresentada nos capítulos anteriores, pode-se concluir que as características da organização para o desenvolvimento de inovações radicais em empresas já estabelecidas em setores maduros deve ser diferente daquele para o desenvolvimento de inovações incrementais. A empresa deveria adotar, conforme Phillips *et al* (2006) e Brown e Eisenhardt (1997), uma **Organização Ambidestra** ou a **Semiestrutura**, ou seja, estar apta a desenvolver igualmente inovações radicais e incrementais, utilizando processos, ferramentas de gestão e estruturas adequadas para cada caso. Mas como exatamente deveria ser a organização para empresas estabelecidas em setores maduros e que necessitam desenvolver simultaneamente inovações radicais e incrementais, ou, como Phillips *et al* (2006) descrevem, a Organização Ambidestra?

A literatura apresenta uma série de recomendações genéricas sobre qual exatamente é o tipo de organização requerida para o desenvolvimento de inovações radicais em empresas consolidadas, mas não há modelos e ferramentas gerenciais tão bem consolidados e difundidos quanto aqueles destinados à inovação incremental, como modelos do tipo Funil. Entre as recomendações podem-se encontrar autores que defendem a separação total das atividades inovativas radicais do resto da empresa (*spin-offs*), como Dougherty e Hardy (1996), e outros que defendem sua integração às estruturas já vigentes, como O'Connor e DeMartino (2006).

Conforme já discutido na Seção 5.1.2, um provável motivo para a dificuldade em identificar um modelo para inovação radical dentro de empresas consolidadas é que ele simplesmente não existiria. **Mais do que adotar um conjunto de práticas e estruturas já existentes, segundo Lafley e Charam (2008), a empresa teria que evoluir e aprender a partir de sua própria experiência, inovando sua organização de acordo com sua estratégia de inovação – a *semiestrutura* descrita por Brown e Eisenhardt (1997) ou a *adhocracia* de Mintzberg (2003) e Lam (2005),** conforme ilustra a Figura 15. Pode-se perceber que haveria uma crescente evolução do tipo de organização requerido em função do grau de novidade associado às estratégias de inovação adotadas pela empresa.

Figura 15 – Evolução da Organização para Inovação de acordo com o Tipo de Inovação
Elaborado pela autora

Para uma estratégia onde não há inovação – como no princípio da indústria petroquímica nacional, onde ela era uma compradora de tecnologia para produção de *commodities* –, não haveria necessidade de alterar a organização vigente. Uma vez que a empresa detecta a necessidade de inovar em processos, como quando as empresas petroquímicas sentiram a necessidade de adaptar a tecnologia externa para otimizar a produção, criam-se estruturas dedicadas a esta atividade e incorporam-se certas práticas e processos de gestão de desenvolvimento de produtos, como o Funil ou os *Stage-Gates*®, gerando a necessidade de mudar a organização.

Quando, além de inovar em processos, a empresa desenvolve novos produtos, mesmo que incrementais, aumenta a necessidade de desenvolver e coordenar o conhecimento existente na empresa e adaptar os processos de gestão à sua realidade – as empresas pesquisadas neste trabalho claramente demonstram estar neste estágio, como será mostrado no Capítulo 8. Quando além de inovar incrementalmente, há a necessidade de incorporar novos mercados ou novos produtos que não constem da base de conhecimentos existentes, a organização e as práticas vigentes podem não se mostrar eficientes, como já discutido. Aí, vem a necessidade de não somente aprender incrementalmente, mas de incorporar novas práticas e conhecimentos, gerando a necessidade de um novo tipo de organização, mais *adhocrático*, que incorpore as características da Organização para Inovações Radicais apresentadas no Quadro 4, em um processo contínuo de aprendizagem e inovação organizacional, como descrito por Brown e Eisenhardt (1997) como sendo a **semiestrutura**.

Ainda sim, persistiria uma dúvida: como as empresas deveriam conduzir este processo de evolução e aprendizado para minimizar os erros e ganhar mais velocidade no processo de inovar em sua organização? Quais princípios norteariam este aprendizado? Este é um dos objetivos desta pesquisa e a contribuição que se deseja fazer para a teoria de Organização para Inovações, ao mapear quais estruturas e processos as indústrias petroquímicas brasileiras, que estão em busca de inovar mais radicalmente, adotam.

Baseando-se na literatura pesquisada e discutida nos Capítulos 4 e 5, propõem-se as seguintes questões para nortear a seleção dos critérios para o Projeto Organizacional para inovação radical e incremental em empresas consolidadas de setores maduros (Figura 16):

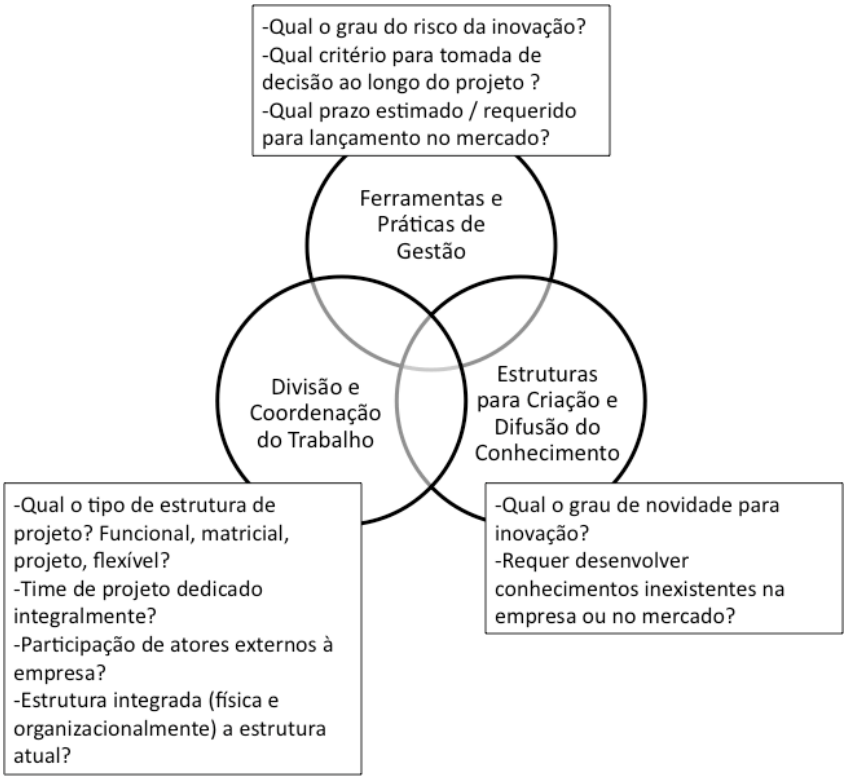


Figura 16 – Critérios do Projeto Organizacional voltado para Inovações Radicais e Incrementais
Elaborado pela autora

- **Ferramentas e Práticas de Gestão**: as questões que balizam os critérios para o projeto das ferramentas e práticas de gestão do processo de inovar seriam:
    - *Qual o grau de risco da inovação?* Quanto maior o grau de risco de uma dada inovação, menos claro é o cenário futuro para auxiliar na tomada de decisões e maior é a incerteza sobre os resultados da inovação. Para inovações com baixo grau de risco e incerteza, processos estruturados como o Funil e o *Stage-Gates*® funcionam bem. Já para inovações com maior grau de incerteza, o uso de processos não formalizados e *ad hoc*, com critérios de decisão não formalizados e com clara influência de uma liderança para tomada de decisão seriam mais adequados.
    - *Qual o critério para a tomada de decisão ao longo do projeto*? Projetos de inovação mais radical, com maior grau de incerteza e risco não permitem correta avaliação do retorno financeiro futuro, sobretudo nas fases mais prematuras, como na geração

da ideia. Já projetos menos arriscados permitem o uso de critérios claros e predefinidos, como o uso de Taxa Interna de Retorno. Portanto, conhecer qual o tipo de critério para tomada de decisão a empresa utiliza – financeiro de curto ou longo praza ou mais estratégico – para ser o pioneiro em um mercado, por exemplo, seria fundamental para estruturar qual o processo de tomada de decisão e gestão de um projeto de inovação.

- *Qual o prazo estimado/requerido para lançamento no mercado*? O horizonte de planejamento de uma inovação – curto, médio, longo prazo – pode determinar a forma de gestão do processo e até mesmo o grau de inovação que se propõe para um dado mercado/produto.

- **Divisão e Coordenação do Trabalho**: as questões que balizam os critérios para a divisão e coordenação do trabalho associado ao processo de inovar seriam:

  - *Qual o tipo de estrutura de projeto? Funcional, matricial, por projeto, flexível?* Diferentes empresas adotam diferentes estruturas organizacionais. Mas em se tratando de projetos de inovação, um único tipo de estrutura não seria adequado para todo tipo de inovação, conforme Lafley e Charam (2008). Dependendo do grau de novidade e risco da inovação e da sua etapa de desenvolvimento, diferentes estruturas seriam requeridas.

  - *Time de projeto dedicado integralmente?* Dependendo das atividades, horizonte de tempo, da etapa de desenvolvimento e dos recursos alocados a um dado projeto, discute-se qual a melhor forma de alocar o pessoal, em regime de dedicação integral ou parcial, ao projeto.

  - *Participação de atores externos à empresa?* A existência (ou não) de pessoal, recursos e de conhecimentos necessários para o desenvolvimento de uma inovação em

uma empresa, influencia a forma de envolvimento de atores externos, formando redes de *Open Innovation*.

- *Estrutura integrada (física e organizacionalmente) à estrutura atual?* A forma de alocar recursos financeiros, de decidir sobre o retorno de um investimento em um projeto de inovar, o grau de dedicação requerido, a estruturação da empresa (em unidades de negócio separadas ou não) podem auxiliar no planejamento de como integrar a estrutura voltada à inovação dentro de uma empresa.

- **Estruturas para Criação e Coordenação do Conhecimento**: as questões que balizam os critérios para as estruturas voltadas para criação e difusão do conhecimento seriam:
  - *Qual o grau de novidade para a inovação?* Mais do que simplesmente classificar em inovação radical e incremental, deve-se questionar qual o grau de novidade da inovação para a empresa. Conforme Tidd, Bessant e Pavitt (2001), inovações aparentemente incrementais para um tipo de indústria ou empresa podem ser radicais para outro. Em um dos casos pesquisados neste trabalho, uma mudança aparentemente simples de processo, a substituição de um tipo de matéria prima, trouxe importantes modificações no processo de toda a cadeia da empresa e de seus clientes, fazendo com que novos conhecimentos tivessem que ser desenvolvidos. Inovações mais incrementais requerem um tipo de mecanismo de apropriação, criação de conhecimento, a partir de rotinas definidas e da aprendizagem incremental. Já inovações mais radicais para a empresa necessitam de mecanismos que permitam a criação de novos conhecimentos, como times mais flexíveis, sem fronteiras definidas.
  - *A inovação requer desenvolver conhecimentos inexistentes na empresa ou no mercado?* Dependendo do tipo de conhecimento requerido por uma inovação em cada uma das etapas do

> processo de desenvolvimento – desde a geração da ideia até sua difusão na empresa e no mercado –, diferentes estruturas e formas de desenvolver e difundir novos conhecimentos são requeridas. Novos conhecimentos, segundo March (1991) pedem a "exploração", isto é processos e estruturas voltados para pesquisa, variação, exposição ao risco, experimentação, aposta, flexibilidade, descoberta. Já o aperfeiçoamento de conhecimentos já existentes, induzem a processos de aprimoramento, escolha, produção, eficiência, seleção, implementação e execução, a chamada *exploitation.*

Para cada uma das etapas da Cadeia de Valor da Inovação de Hansen e Birkinshaw (2007), a forma como estas questões seriam respondidas seria diferente: nas etapas de Geração de Ideias, Conversão da Ideia em Projeto e em sua Difusão na empresa e no mercado, os pressupostos de risco e conhecimento requerido para cada inovação seriam diferentes, o que levaria a diferentes necessidades organizacionais em cada etapa.

Por exemplo, durante o processo de Geração de Ideia e até o estabelecimento de um plano de negócio, uma inovação pode ser altamente radical, requerendo novos conhecimentos para a empresa, o que poderia levar a uma organização completamente diferente daquela usual para as operações cotidianas da empresa – seu grau de risco é alto e os critérios decisórios existentes poderiam não ser os mais adequados. Contudo, ao se chegar à fase do desenvolvimento do projeto do produto propriamente dito, os desafios seriam outros – tecnicamente, o produto já estaria desenvolvido, e haveria então a necessidade de estabelecer um processo de desenvolvimento do processo produtivo focado na redução de prazos e na eficiência dos processos – o que não requereria ferramentas de gestão e estruturas diferentes daquelas que a empresa utiliza, como o *Stage-Gates*® e uma estrutura funcional de projeto.

Portanto, **para cada etapa da Cadeia de Valor de Inovação, um Projeto Organizacional diferente seria requerido, uma vez que as necessidades e características da inovação, quanto ao seu grau de novidade e risco, conhecimentos requeridos e forma de dividir e coordenar o trabalho a ela associado seriam diferentes** (Figura 17)**.**

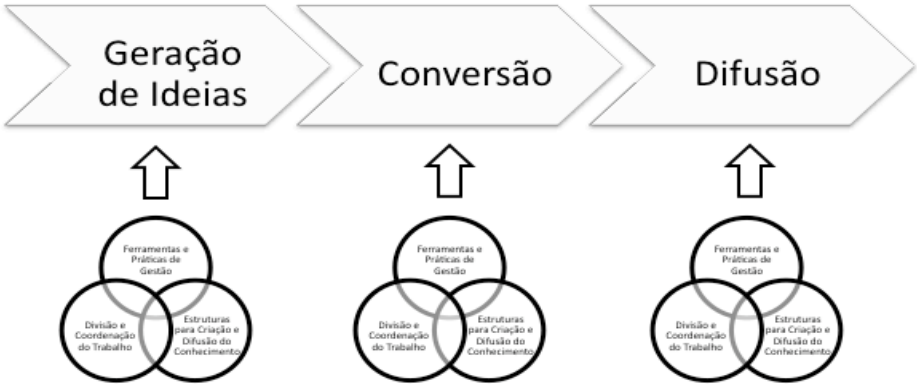


Figura 17 –Projeto Organizacional e Cadeia de Valor da Inovação
Elaborado pela autora

6. HIPÓTESES DE PESQUISA

A partir da discussão teórica realizada nos Capítulos 3, 4 e 5, são propostas as seguintes hipóteses de pesquisa, que serão testadas utilizando-se os dados obtidos no campo, e posteriormente refinadas, com embasamento empírico, para o desenvolvimento de um modelo de Projeto Organizacional voltado para inovação na indústria petroquímica brasileira.

***Hipótese 1*: As características da organização para inovação radical e inovação incremental são diferentes nas empresas pesquisadas.**

Como discutido na Seção 5.4, a organização mais adequada para o desenvolvimento de inovações radicais parte de critérios diferentes daqueles utilizados para as inovações mais incrementais.

Utilizando-se os conceitos e definições da Análise de Redes Sociais para estudar os projetos de inovação pesquisados e comprovar (ou não) a hipótese acima, pode-se dizer que as redes formadas por diferentes atores participantes dos projetos de inovação radical em uma empresa teriam atributos diversos daquelas formadas por participantes de projetos de inovação incremental.

Seria razoável supor que a rede formada pelos participantes de um projeto de inovação radical seja mais densa, ou seja, com maior número de atores conectados entre si do que a rede formada por participantes de um projeto de inovação incremental. Além disso, como o processo de desenvolvimento não é formalizado e a divisão do trabalho é focada em eventos, os papéis de cada área funcional não são tão bem delimitados, o que faz com que haja maior interação entre as diferentes áreas funcionais, tornando a centralidade e a intermediação dos atores da rede homogêneas, ou seja, não haveria uma área funcional destacada das demais. Finalmente, como em um projeto radical haveria a necessidade de difusão e criação de novos conhecimentos, a comunicação entre os membros do projeto seria maior, o que implica em um maior grau de centralidade, para todos os seus membros, em comparação com os projetos incrementais.

Já para os projetos incrementais, dado que utilizam processos estruturados e formalizados de desenvolvimento, com estruturas funcionais e definidas, e utilizando

conhecimentos já existentes na empresa, seria razoável supor que suas redes teriam menor densidade (menos contatos entre menos atores), com as áreas responsáveis por coordenação e tomada de decisão com maior centralidade e intermediação que as demais.

Para testar essas hipóteses, foram analisadas as estruturas organizacionais e processo de desenvolvimento de inovações das empresas objeto de pesquisa, além da análise de projetos de inovação incrementais e radicais, usando a análise de redes sociais, conforme detalhado nas seções 2.4 e 9.4.

Para que as hipóteses sejam consideradas aceitas, espera-se encontrar arranjos organizacionais – processos e estruturas – distintos para inovações radicais e incrementais dentro de uma mesma empresa. Os indicadores utilizados foram (Quadro 6):

- Existência de estruturas organizacionais e processos distintos na empresa, de acordo com as entrevistas;
- Evidências dos fatos ora apontados, através da análise de projetos incrementais e radicais, usando os indicadores da ARS mostrados a seguir, comparativamente entre os dois tipos de inovação.

Projetos de Inovação Radical	**Projetos de Inovação Incremental**
Redes com maior valor de densidade	Redes com menor valor de densidade
Atores da rede com maior centralidade (grau)	Atores da rede com menor centralidade (grau)
Baixa variação entre a centralidade entre os atores	Alta variação entre a centralidade entre os atores
Baixa variação entre a intermediação dos atores	Alta variação entre a intermediação dos atores

Quadro 6 – Indicadores da ARS para Projetos de Inovação Radical e Incremental
Elaborado pela autora

***Hipótese 2*: As características das estruturas organizacionais para inovação radical e inovação incremental variam conforme seu posicionamento na Cadeia de Valor para Inovação .**

Como discutido no Item 5.4, as características da estrutura organizacional mais adequada para o desenvolvimento de inovações radicais e incrementais seriam diferentes de acordo com o estágio de desenvolvimento da inovação, conforme a Cadeia de Valor para Inovação (CVI) de Hansen e Birkinshaw (2007).

Hansen e Birkinshaw (op.cit) dividem o processo de inovar em uma cadeia de atividades integradas – Geração de Ideias, Conversão das Ideias em Projetos de Processos ou Produtos e Difusão da Ideia pela Organização e Mercado – cada uma delas com características e necessidades diversas, em termos do grau de novidade e risco, conhecimentos requeridos para a inovação e forma de dividir e coordenar o trabalho a ela associado.

Para testar essa hipótese, foram analisadas as estruturas organizacionais e processo de desenvolvimento de inovações das empresas objeto de pesquisa, além da análise de projetos de inovação incrementais e radicais.

Para que a hipótese seja considerada aceita, espera-se encontrar Projetos Organizacionais distintos para inovações radicais e incrementais para cada uma das etapas da CVI. O indicador utilizado foi:

- Existência de estruturas organizacionais e processos distintos nas etapas de Geração de Ideias, Conversão e Difusão.

A Figura 18 mostra um sumário das hipóteses aqui apresentadas:

Figura 18 – Sumário das Hipóteses de Pesquisa
Fonte: Elaborado pela autora

7. A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E FERRAMENTAS E PRÁTICAS DE GESTÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES INCREMENTAIS E RADICAIS EM 3 EMPRESAS PETROQUÍMICAS NACIONAIS

O objetivo deste capítulo é apresentar a estrutura organizacional e as ferramentas e práticas para inovação das três empresas do setor petroquímico nacional analisadas. Além destas três, pesquisadas em maior profundidade conforme planejamento exposto no Capítulo 2, uma outra empresa do setor foi analisada como caso de controle. Essa empresa, denominada neste trabalho **Global**, é uma das cinco maiores do mundo em faturamento[19] e conta com atividades de inovação no Brasil.

As três empresas estudadas – doravante denominadas **Petro1, Petro2** e **Petro3**, por questões de confidencialidade – são de capital nacional, resultantes de uniões de diferentes empresas, e desenvolvem tanto inovações incrementais quanto radicais. Duas delas, Petro2 e Petro3, são empresas integradas de primeira e segunda geração, produtoras de *commodities* e *pseudo-commodities* (resinas plásticas). Já a Petro1, empresa de segunda geração, produz *commodities* e especialidades químicas. A seguir serão apresentados os resultados dos estudos das estruturas organizacionais das três empresas e do caso de controle. No final do capítulo, um quadro resumo é apresentado com as estruturas organizacionais e os processos e práticas de gestão das três empresas.

7.1 Petro1

A Empresa

A Petro1 é uma das maiores empresas do setor químico e petroquímico no Brasil. Seus produtos são empregados nos mercados de cosméticos, detergentes, tintas, embalagens PET (garrafas plásticas), têxtil e agroquímico, entre outros. Possui cinco unidades fabris no Brasil, duas unidades no exterior e exporta seus

---

[19] Dados referentes a 2006. Fonte: Revista Chemical &Engineering News. Disponível em: http://pubs.acs.org/cen/coverstory/85/8530cover.html

produtos para mais de quarenta países. É reconhecida no mercado como uma empresa inovadora, possuindo 25 patentes depositadas no Brasil e no exterior.

Ela vem atuando há mais de trinta anos no setor petroquímico, em *commodities*, catalisadores e especialidades químicas (principalmente tensoativos). Com o aumento da concorrência internacional, a lucratividade em *commodities* vem caindo nos últimos anos. Por isso, a empresa está procurando mudar seu foco de atuação para o mercado de especialidades químicas. Neste cenário, a inovação em produtos passou a ser fundamental.

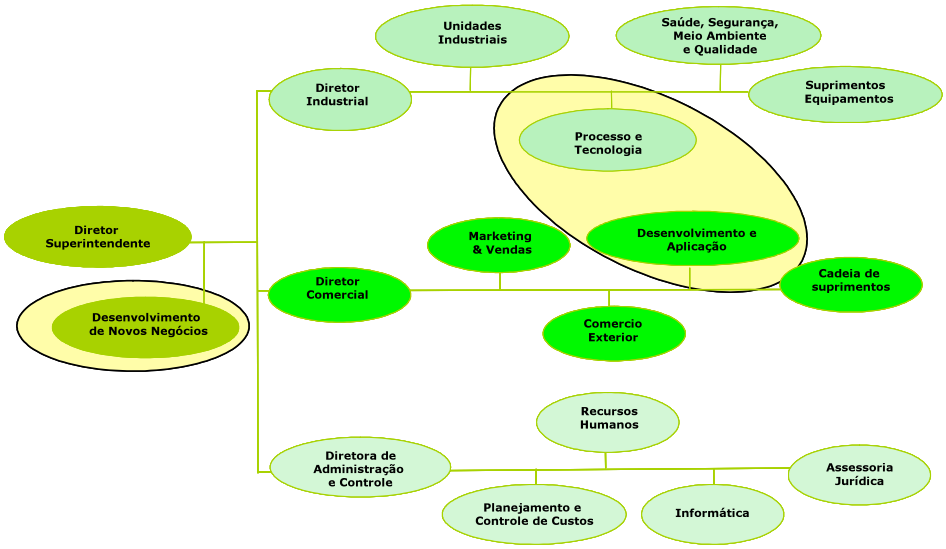
A empresa sempre teve sua cultura voltada para a excelência operacional, com foco na eficiência em custos de produção. Ainda que a excelência operacional continue a ser de importância estratégica para empresa, seus administradores julgam necessário também o fortalecimento de uma cultura voltada para a inovação.

A Petro1 destina aproximadamente 2% de seu faturamento líquido para P,D&E (Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia), valor acima da média brasileira e do setor em que atua[20]. Cerca de 12% de seu efetivo (aproximadamente 140 pessoas) trabalha em atividades de P,D&E na empresa. Destes, 28% possuem formação de nível técnico, 61% possuem nível superior e 11% são mestres ou doutores. Há na empresa um órgão para auxiliar no desenvolvimento de estratégias tecnológicas, chamado Comitê Científico-Tecnológico, formado por renomados pesquisadores oriundos da área acadêmica e por consultores especialistas em indústria petroquímica, do Brasil e do exterior. O comitê reúne-se aproximadamente a cada seis meses para discutir as tendências futuras do setor e sugerir direções estratégicas em tecnologia para a empresa.

Estruturas Organizacionais para Inovação

O organograma básico da empresa encontra-se na Figura 19. Nele, pode-se observar que a função P,D&E é desempenhada por três diferentes estruturas na

[20] A média de intensidade tecnológica (medida em gastos relativos de P&D sobre faturamento) das vinte atividades industriais com maior taxa de inovação no Brasil é de 1,0%. Dados IBGE, Pintec 2003.



Estruturas que desempenham funções de P, D & E

empresa.

Figura 19– Organograma simplificado da Petro1
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados de pesquisa

A área de *Desenvolvimento de Novos Negócios,* ligada diretamente à Superintendência da empresa é a responsável por identificar novas oportunidades de negócios em tecnologias já existentes na empresa ou no mercado, ou ainda desenvolver novos cenários e/ou tecnologias (como a alcoolquímica e a óleoquímica). Esta área é responsável pelo desenvolvimento de estratégias de atuação e de projetos de mais longo prazo.

A área de *Processo e Tecnologia*, ligada à Diretoria Industrial, é voltada ao desenvolvimento de novos processos que atendam às necessidades identificadas pelo pessoal de Desenvolvimento e Aplicação ou Desenvolvimento de Novos Negócios.

A área de *Desenvolvimento e Aplicação*, ligada à Diretoria Comercial, é responsável pelo desenvolvimento técnico de novos produtos ou novas aplicações para produtos já existentes na empresa, atuando como o P&D, sendo responsável por cerca de 90% das inovações desenvolvidas pela Petro1. Sofreu uma reestruturação em 2007: até então, era organizada em função dos diferentes mercados atendidos pelos produtos da empresa, sendo segmentada em diferentes Gerências, como Alimentício, Agroquímico, Higiene e Beleza, etc. Segundo a empresa, esta estrutura era voltada mais ao atendimento imediato das necessidades dos clientes e possuía formas de apuração de resultados e margens totalmente

independentes entre si. Isso contribuía para isolamento entre as áreas e perda de sinergia entre diferentes tecnologias.

Até 2007, havia cerca de 180 projetos de novos produtos em andamento – não havia um critério único de seleção, cada Gerente de Segmento possuía autonomia para decidir em quais projetos trabalharia, o que resultava em projetos semelhantes acontecendo em diferentes segmentos de mercado. Após a mudança de estrutura e no processo de gestão, o número de projetos foi reduzido para 70, mas com foco nas estratégias da empresa e no uso racional dos recursos, segundo um dos entrevistados.

Os projetos são divididos em duas grandes categorias de acordo com a Petro1:

- *Incrementais* (que não são novos para os mercados de atuação da Petro1, ou seja, alguém já fabrica). Entre estes, há projetos de *Correção* (em defeitos de especificação apontados por clientes ou detectados na empresa), *Otimização* (melhorias de especificação, redução de custo, por exemplo), *Adaptação de Novos Produtos* e *Novos produtos dentro das bases tecnológicas existentes*. Os projetos incrementais são a maioria, respondendo por 85 a 90% dos recursos consumidos (basicamente tempo dos pesquisadores em horas/homem).
- *Breakthrough* – produtos novos (em sua aplicação e ou tecnologia) nos mercados de atuação da Petro1, que incluem projetos de nanotenologia, novas moléculas para emulsões e novas tecnologias em solventes. Respondem por 10 a 15% do uso dos recursos da área.

Atualmente, a área de Desenvolvimento e Aplicação está estruturada da seguinte maneira (Figura 20):

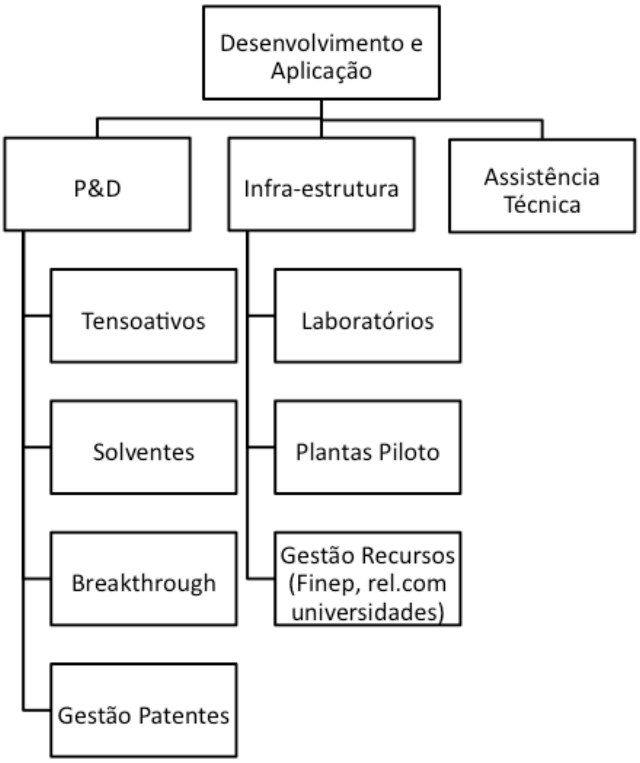


Figura 20 – Estrutura organizacional da Área de Desenvolvimento e Aplicação da Petro1
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados de pesquisa

Após a reestruturação de 2007, a área foi dividida em três gerências:

- Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), responsável pelos projetos de Desenvolvimento de Novos Produtos e que conta com dezoito pesquisadores, além de trabalhar com pesquisa e gestão de patentes;
- Infraestrutura, responsável pelas estruturas de laboratórios, plantas-piloto e pela gestão dos recursos para inovação – captação de recursos junto à Finep, por exemplo, e relacionamento com parceiros de pesquisa;
- Assistência Técnica: responsável pelo atendimento a clientes

Não há estruturas separadas para inovações radicais e incrementais – mas há dois pesquisadores dedicados a Inovações Radicais (chamadas *breakthrough* pela empresa) dentro da gerência de P&D. Segundo o gerente de P&D entrevistado, o objetivo é retirá-los de problemas do dia-a-dia, mas mantendo o contato entre eles e os demais pesquisadores das demais tecnologias, não havendo no momento, interesse em criar estrutura específica para este fim.

De acordo com a empresa, as principais competências da área são a aplicação dos princípios de físico-química nas áreas de atuação (tensoativos e solventes), conhecimentos de síntese química e a caracterização analítica (novos métodos de laboratório). A Petro1 promove treinamentos nessas áreas, trazendo especialistas e pesquisadores internacionais para seminários e palestras, além de estimular os pesquisadores a fazerem pós-graduação, mestrado e doutorado. Além disso, investe em treinamentos em gestão de inovação e projetos.

Ferramentas e práticas de Gestão de Inovação

A Petro1 possui um processo padronizado para a Gestão de Inovações Incrementais e Radicais. Este processo, chamado "Gestão da Inovação Tecnológica", foi desenvolvido recentemente e ainda passa por adaptações. Também possui dois fóruns de decisão, um mais operacional e outro de nível hierárquico superior, mais estratégico. Tanto o processo de gestão quanto os mecanismos de decisão são descritos a seguir.

Processo "Gestão de Inovação Tecnológica"

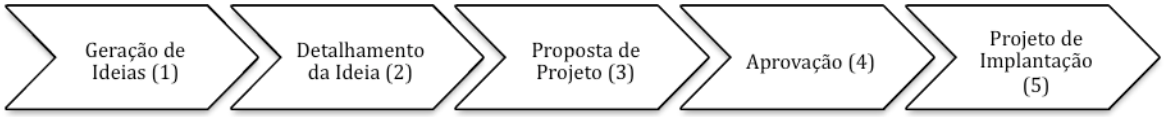


Figura 21 – Processo "Gestão de Inovação Tecnológica"
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados de pesquisa

O processo "Gestão da Inovação Tecnológica" (Figura 21) tem por objetivo estruturar as fases de desenvolvimento e tomada de decisão dos projetos de inovação desenvolvidos pela empresa, sejam incrementais ou radicais. Baseia-se no método FEL[21] (*Front-end Loading*) de gestão de projetos. Inicia-se na Geração da Ideia e vai até o Lançamento do Produto novo no mercado. Possui foco nas fases

[21] O FEL® – *Front-end Loading* é um método de Gestão de Projetos apropriado para as fases iniciais de um projeto, desde a concepção da ideia até a definição das especificações. É inspirado no modelo de *Stage-gates*® e possui quatro fases para avaliação de maturidade e decisão: FEL I, FEL II, FEL III e FEL IV

iniciais do desenvolvimento, desde a geração da ideia até sua definição em um projeto de implantação, com o objetivo de minimizar riscos e melhorar a seleção dos projetos. Cada uma de suas etapas é descrita a seguir:

(1) **Geração da Ideia:** teoricamente, qualquer funcionário estaria apto a propor novas ideias para produtos. Existe um sistema informatizado para captação de ideias, mas que não é utilizado. Quem eventualmente tem alguma sugestão procura diretamente um pesquisador da área de P&D que é o responsável por propor oficialmente um projeto, utilizando formulário próprio padronizado para este fim, com pré-análise das áreas de Marketing, Logística e Processo (Plantas/Engenharia). Grande parte das ideias, especialmente as incrementais, são originadas em clientes, via Assistência Técnica ou Vendas. Clientes considerados com alta capacidade de desenvolvimento (como Syngenta, P&G, Johnson & Jonhson, Natura) possuem tratamento diferenciado, com contato direto com os pesquisadores do P&D. Ideias mais radicais geralmente são oriundas da própria empresa. Os pesquisadores de P&D possuem autonomia para desenvolver melhor ideias mais radicais, com testes em bancada, por exemplo, dentro de suas limitações de tempo e disponibilidade de laboratórios. Este, inclusive, é um dos motivos que levou a empresa a separar os pesquisadores "radicais" dos projetos mais incrementais: o tempo para pensar e elaborar melhor as propostas de ideias.

(2) **Detalhamento da Ideia**: todas as ideias são analisadas pelo comitê de Gestão de Projetos. As ideias aprovadas, mas que sejam simples, sem requerer investimentos (como projetos de correção e otimização) não necessitam de maior detalhamento e são diretamente aprovadas (ou não) indo direto para implementação (5). Mas as ideias que resultem em projetos mais complexos (com investimentos em novos equipamentos, por exemplo), requerem análise detalhada, com estudos de viabilidade técnica e econômica, elaborado pelas áreas de Engenharia, Marketing, Finanças e P&D. Este detalhamento gera uma proposta de projeto.

(3) **Proposta de Projeto**: a proposta contém o detalhamento técnico e econômico e possui uma série de premissas – projeções de mercado, volumes e preço de venda. Esta proposta é responsabilidade do P&D, que a elabora em conjunto com a área de Marketing. Para projetos mais radicais, a elaboração do projeto detalhado e suas premissas é muito mais complicada,

uma vez que não há conhecimentos e dados suficientes para embasar as premissas. Ainda assim, a proposta é feita, com a ressalva de que as premissas podem mudar ao longo do tempo. Essa proposta é submetida à apreciação do Comitê Diretor de Inovação Tecnológica para aprovação.

(4) **Aprovação**: o Comitê Diretor de Inovação Tecnológica aprova ou não os projetos propostos, baseando-se principalmente no seu desempenho econômico e de mercado. Para projetos mais radicais, acaba prevalecendo o direcionamento estratégico da empresa e a vontade política de se desenvolver determinado projeto.

(5) **Projeto de Implantação:** com o projeto aprovado e o orçamento alocado, inicia-se a implantação do projeto, com as seguintes fases, que estão normatizadas pela empresa de acordo com procedimentos previstos na ISO TS 16949 (o APQP). A coordenação do projeto fica a cargo do próprio pesquisador de P&D, e não há na empresa uma área responsável exclusivamente pela gestão dos projetos – esta função é desempenhada pelo P&D e Engenharia. Projetos mais complexos ou radicais são formalmente coordenados pelo pesquisador de P&D. As fases de implantação são:

I. Desenvolvimento em bancada – desenvolvimento das moléculas/ especificações em escala de laboratório, procurando resolver questões de balanceamento físico-químico e otimização de desempenho de reações.

II. Desenvolvimento em escala piloto – desenvolvimento das reações e processos unitários em escala piloto ou semi-industrial. Nesta fase, são geradas amostras que são levadas para teste e aprovação nos clientes.

III. Detalhamento de projeto de engenharia – quando necessário, desenvolve-se projeto de equipamentos ou do processo produtivo nas plantas.

IV. Implementação e validação – início da produção em escala industrial, onde muitas vezes são necessários ajustes e modificações em especificações.

Fóruns de decisão

Conforme já apresentado no processo de Gestão da Inovação Tecnológica, a

Petro 1 possui os seguintes fóruns para discussão e decisão sobre os projetos da empresa, sejam eles radicais ou incrementais:

Grupo de Gestão de Projetos (Análise de Projetos)

É um grupo formado pelas Gerências de Desenvolvimento e Aplicação, mais especificamente o P&D, Vendas, Marketing e Logística (que contribui com a programação do que pode ou não ser produzido em cada planta da Petro1 e em que volume). É coordenado pelo gerente de P&D, que elabora sua agenda. É realizado mensalmente, para cada mercado atendido pela Petro1 (Alimentício, Agroindústria, Higiene e Beleza, Tintas, etc.)

A cada reunião, são discutido cinco ou seis projetos por segmento de mercado. Projetos que prevêem ganhos de margem são discutidos com maior profundidade, enquanto que projetos mais simples de manutenção ou correção, são discutidos e aprovados mais facilmente.

O mesmo comitê avalia inovações mais radicais e incrementais. As ideias podem ser aprovadas para implementação direta (projetos mais simples), aprovadas para maior detalhamento, “congeladas” para um momento mais oportuno, ou rejeitadas.

O grupo também faz a análise do portifólio de projetos, avaliando sinergias e evitando sobreposição ou competição de projetos em diferentes mercados.

Comitê Diretor de Inovação Tecnológica

Além do Grupo de Gestão de Projetos, há um grupo com ascendência hierárquica sobre o primeiro, o Comitê Diretor. Ele é composto pelo Diretor Superintendente, toda a Diretoria, Gerência de Desenvolvimento e Aplicação, Gerente de P&D e Gerentes de Marketing. As Gerências de Engenharia e Desenvolvimento de Novos Negócios são convidadas, mas não participam. O grupo se reúne a cada três meses para avaliar e discutir estratégias de inovação, o portifólio de projetos e aprovar projetos selecionados pelo Grupo de Gestão e que necessitem de investimentos em plantas.

Os principais critérios para aprovação são o financeiro e o mercadológico, com a ressalva de que para projetos mais radicais, as premissas de retorno são mais complexas e incertas. Portanto, acaba prevalecendo o alinhamento com a estratégia da empresa e a disposição política de seu proponente. O antigo

superintendente e atual presidente do grupo controlador da Petro1 costuma participar e influenciar nas decisões do comitê quando algum projeto é considerado estratégico para todo o grupo.

7.2 Petro2

A Petro2 possui dezesseis plantas industriais no Brasil. Atua nos mercados de polímeros (PVC , PP e PE) e de *commodities* como caprolactama, benzeno, eteno e propeno, entre outros.

Para a Petro2, seus valores essenciais são “buscar excelência operacional e comercial, visando a liderança na América Latina, e possuir autonomia em tecnologia – seja ela desenvolvida internamente ou adquirida de terceiros”. No seu mercado de atuação – polímeros – a inovação passou a ser “questão de sobrevivência”, de acordo com um gerente entrevistado. A queda nas margens e o aumento da concorrência faz com que “somente uma estratégia de inovar e agregar valor aos produtos seja sustentável no longo prazo”, ainda de acordo com este gerente. Esta estratégia tem importantes implicações na forma como a Petro2 desenvolve sua estrutura organizacional e capacitação de seu pessoal.

Atualmente, a Petro2 tem 17% de sua receita de vendas oriunda de produtos lançados nos últimos três anos. Sua estratégia de inovação é considerada bem sucedida por seus administradores, uma vez que houve um crescimento de 81% no volume de produtos novos lançados no mercado entre 2002 (eram 99) e 2008 (220). O número de patentes registradas subiu de 90 para 208. Sua estrutura para inovação inclui 170 pesquisadores distribuídos em 3 centros de pesquisa. Seus investimentos em P&D são de aproximadamente US$ 50 milhões por ano.

Por ser uma empresa nascida da união de diferentes empresas e mercados, possui forte preocupação em padronizar e manter uma cultura própria. O grupo controlador da empresa possui um metodologia própria de gestão, que enfatiza o empreendedorismo, confiança em seu pessoal e autonomia. Este método é amplamente difundido em treinamentos e procedimentos por toda empresa.

A Petro2 é dividida em três Unidades de Negócio (UN), que se reportam à Presidência: Insumos Básicos, Polímeros e Novos Negócios. Cada unidade de negócio coordena as atividades das áreas Industrial, Comercial, Marketing, Suprimentos, RH, Planejamento e Controladoria. Além das Unidades de Negócio, há a Vice-Presidência de Competitividade e Inovação, responsável pelas atividades de Inovação, Qualidade e Melhoria de Produtividade em todas as UN. Sua estrutura organizacional está representada na Figura 22.

Está dividida em cinco áreas:

- **Centro de Tecnologia e Inovação**: responsável pelo desenvolvimento de produtos incrementais, desenvolvendo novas aplicações e melhorias em especificações em polímeros (PP/PE e PVC). Desenvolve desde o trabalho de bancada até a aplicação e solução de problemas de clientes. Possui três unidades: Triunfo (responsável por PP/PE), São Paulo (PVC) e Camaçari (Insumos Básicos). Esta última desenvolve inovações em processos.
- **Desenvolvimento Tecnológico**: responsável pela operação das plantas-piloto e pelo desenvolvimento de tecnologias de processo e de polimerização.
- **PP Etanol**: responsável pelo desenvolvimento específico do projeto de polipropileno a partir de fontes renováveis, em parceria com a Unicamp.
- **Inovação Corporativa**: responsável pelos projetos de inovações radicais da empresa, que não se encaixariam em nenhuma da UN, desde sua concepção até o desenvolvimento do produto.
- **Engenharia de Processo, Qualidade e Produtividade**: otimização e solução de problemas em processos já existentes na empresa, volta da para operações de dia-a-dia.

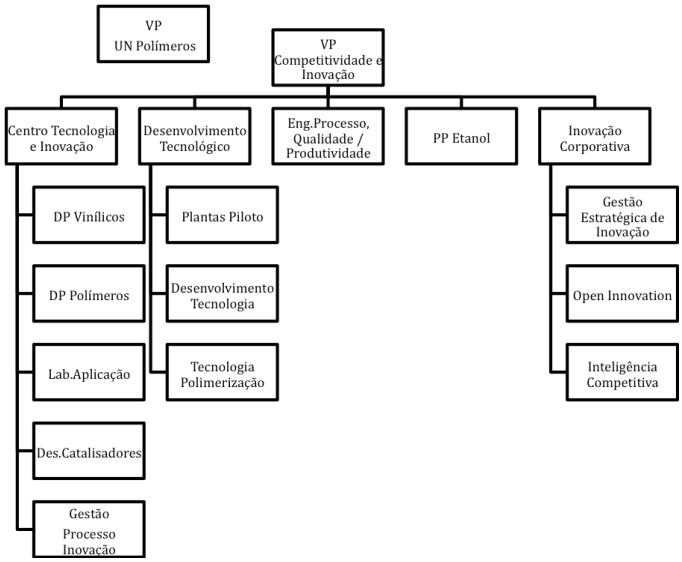


Figura 22– Estrutura organizacional da Área de Competitividade e Inovação da Petro2
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados de pesquisa

Há uma clara divisão, inclusive física, das estruturas organizacionais para o desenvolvimento de inovações incrementais e radicais: as primeiras são responsabilidade do Centro de Tecnologia e Inovação (CTI), com sede em um estado brasileiro, enquanto as últimas ficam a cargo da área de Inovação Corporativa, com sede em outro estado.

O critério para a separação entre os tipos de inovação não é muito rígido: a princípio, projetos de aplicação de produtos existentes ou modificações destes baseadas em requisitos de clientes são responsabilidade do CTI e das Unidades de Negócio. Quando o projeto requer um novo produto, ou alteração significativa nos processos já existentes, ou na cadeia produtiva – como uma nova planta por exemplo –, fica a cargo da Inovação Corporativa. Há muita discussão sobre os critérios de alocação dos projetos, e no fim, prevalece a decisão do Comitê Executivo. Quando um projeto é bastante inovador a ponto de formar uma nova UN, como é o caso do PP verde, pode até ser criada uma nova estrutura específica para o caso.

A seguir, serão detalhadas as estruturas do CTI e da Inovação Corporativa.

Centro de Tecnologia e Inovação (CTI)

O CTI conta com cerca de 150 pesquisadores divididos em três centros: um

especializado em PP e PE e onde também se localiza a área de Gestão de Inovação; outro especializado em vinílicos (PVC) e o último especializado em insumos químicos básicos, mais voltado para inovação em processos.

Responde diretamente ao VP de Competitividade e Inovação, mas possui relacionamento próximo com as UN, especialmente de Polímeros. Atualmente, possui cerca de 170 projetos em andamento nos diferentes produtos da companhia.

Compreende as áreas de Desenvolvimento de Produtos e Aplicação (em clientes), Desenvolvimento de Catalisadores e Gestão de Processos de Inovação. O Desenvolvimento de Produtos trabalha desde a geração da ideia até sua implementação nas plantas industriais. A Aplicação trabalha em solucionar problemas em clientes e prospectar oportunidades de desenvolvimento nos mesmos. A Gestão de Processos de Inovação trabalha na coordenação dos projetos de desenvolvimento de todos os CTI e também na manutenção, aplicação e treinamento do "Programa de Inovação Petro2", um conjunto de procedimentos e normas para gerenciamento do processo de inovar, inspirado nas metodologias de Funil e *Stage-gates*® e que será detalhado mais adiante.

Inovação Corporativa

A área de Inovação Corporativa é responsável pelo desenvolvimento dos projetos de inovação que a empresa considera radicais. Foi formada em 2008 e sua estratégia compreende três pilares: produtos e processos sustentáveis, excelência operacional e agregação de valor aos produtos da empresa, com foco no longo prazo.

Para excelência operacional, a empresa conta com engenheiros com grande experiência nas tecnologias da empresa, que são empenhados em desenvolver soluções internamente ou prospectar parceiros que possam licenciar tecnologias de processo. Em processos e produtos sustentáveis, a empresa busca, essencialmente, substitutos ao petróleo como matéria prima, como o caso do PE "verde", feito a partir de etanol. Finalmente, para agregar valor aos produtos, procuram-se soluções fora da carteira normal da Petro2, como o uso de nanotecnologia. A Inovação Corporativa usa como fonte de ideias o *Technology*

Roadmapping[22].

Todos os projetos são desenvolvidos em parceria e com recursos externos, no conceito de *Open Innovation*, uma vez que a área não conta com recursos de laboratório e pesquisadores próprios. Os projetos são desenvolvidos desde a geração da ideia até o desenvolvimento em planta piloto e, uma vez consolidados, são transmitidos a uma UN, ou podem vir a formar uma nova UM, ou até mesmo uma empresa *spin-off*.

A Inovação Corporativa compreende três áreas:

- **Gestão Estratégica**: responsável pela elaboração dos contratos de tecnologia com os parceiros de desenvolvimento (especialmente universidades), por trabalhos de acompanhamento de patentes, monitoramento de concorrência, estudos de prospecção tecnológica (acompanha curva de patentes sobre determinado assunto, verificando quem esta desenvolvendo o que), e por buscar financiamento externo em editais da Finep, Fapesp, BNDES e outros.
- **Inteligência Competitiva**: trabalha com levantamento de ideias para melhoria da eficiência operacional, que tanto podem ser desenvolvidas internamente quanto adquiridas.
- ***Open Innovation***: trabalha com estudos de viabilidade técnica dos projetos e desenvolvimento das ideias geradas pela empresa. Opera desde o desenvolvimento de conceitos até testes de bancada, sempre em parceria, mas com controle e gerenciamento da Petro2.

Processos e práticas de Gestão de Inovação

Inovações Incrementais

A Petro2 possui um processo padronizado para a Gestão de Inovações

---

[22] *Technology Roadmapping* é uma técnica utilizada no planejamento estratégico e tecnológico de longo prazo. Consiste em um método estruturado para explorar o desenvolvimento e evolução de tecnologias, mercados e produtos ao longo do tempo (PHAAL, FARRUKH e PROBERT, 2004).

Incrementais, chamado de “Programa de Inovação Petro2”. Este programa foi desenvolvido a partir do trabalho de uma consultoria internacional em 2003. Foi inspirado nos modelos de *Stage-gates*® e Funil e adaptado à cultura da Petro2. Recebeu prêmio da Finep. Mas ainda hoje, segundo um dos entrevistados, há dificuldade de fazer com que toda a empresa trabalhe exatamente sob seus procedimentos e normas.

Possui quatro fóruns de decisão – Comitê de Projeto (mais operacional), *Portfolio Day* (para discussão sobre carteira de projetos por UN), Comitê de Produto (fórum interno das UN) e o Comitê de Inovação, que alinha estratégias de inovação entre UN. Tanto o processo de gestão quanto os mecanismos de decisão são descritos a seguir:

Programa de Inovação Petro2 (PIP2)

O PIP2 é composto de três etapas principais:

(1) GI (Geração de Ideias)

Todo projeto é iniciado com a geração de sua ideia. Em tese, qualquer funcionário estaria apto a sugerir ideias. Mas o sistema operacional criado para receber e processar ideias tem acesso restrito para pessoal técnico da empresa – engenheiros, supervisores e gerentes. A diretriz é que as pessoas com acesso ao sistema tenham sensibilidade para captar ideias de qualquer fonte dentro ou fora da empresa. Mas grande parte das ideias são oriundas do próprio pessoal do CIT e Marketing, originadas em demandas de clientes ou monitoramento de ações da concorrência.

O sistema operacional recebe qualquer fragmento de ideia – frases como “PP substituto de PET para garrafas de refrigerante”. O pesquisador de Desenvolvimento de Produtos, ao verificar um potencial para a sugestão, trabalha em seu desenvolvimento, para verificar sua viabilidade, com pesquisas na literatura e testes preliminares em laboratório, por exemplo. Os pesquisadores têm autonomia para selecionar ideias que julguem ser viáveis e trabalhar para detalhá-las melhor, dentro de sua limitação de tempo.

Após serem detalhadas, com dados sobre viabilidade técnica, as ideias são discutidas no Comitê de Produto, que prioriza os projetos a serem desenvolvidos dentro de cada UN. Os projetos aprovados passam para a etapa (2) Gestão de

Projetos.

(2) GP (Gestão de projetos)

Após ser aprovada no Comitê de Produto, uma ideia torna-se um *business case*, elaborado pelo pesquisador de DP, em conjunto com Marketing, Engenharia de Aplicação e Logística (PCP). Nesta etapa, o time de projeto é formalmente designado, utilizando-se para isso o sistema informatizado criado para gerenciar o PIP2. É definido um coordenador para o projeto – geralmente alguém de DP, caso o projeto implique em modificação de produto; se a modificação é grande em processo, alguém de Produção; caso implique em mudança de cadeia ou grande impacto nos clientes, alguém de Marketing. O sistema aloca automaticamente, baseado em um cadastro de competências, os participantes no projeto, mas isso não é 100% eficiente – na realidade, acaba valendo a indicação dos gerentes.

A Gestão do Projeto pode ser dividida em quatro etapas:

A. Análise Preliminar: elaboração do *business case*. O time elabora o *business case*, com projeções de volumes, mercado, retorno financeiro, orçamento requerido, cronograma de implantação, faz o contato com fornecedores, requisitos legais, análise de patentes e de riscos.
B. Estudo de viabilidade (escala laboratório): estudo de conceito técnico mais detalhado do que na etapa A. Caso um projeto seja mais complexo, esta etapa faz parte da análise preliminar.
C. Desenvolvimento (Planta Piloto): desenvolvimento do processo produtivo e elaboração de lotes piloto, que são testados e aprovados (ou não) por clientes selecionados.
D. Validação Industrial nas plantas produtivas

Até a fase B, não são necessários recursos financeiros, apenas uso de horas/homem do DP. Há bastante autonomia para trabalhar até aqui. Até um determinado valor de investimento, a área tem autonomia para prosseguir o desenvolvimento, sem aprovação de instâncias superiores (os projetos *fast-track*, menores, de modificações em especificações). Caso o projeto requeira mais investimento, após a etapa B ele é apresentado ao Comitê de Projetos para aprovação. Caso requeira investimento em novas plantas, tem que ser aprovado pelo Comitê Executivo.

(3) GEP (Gestão Estratégica de Portfólio)

Outra etapa prevista no PIP2 é a Gestão Estratégica de Portifólio. Em uma determinada frequencia, as UN discutem seu portifólio de produtos e verificam seu alinhamento com as estratégias da empresa, acompanham a concorrência e os movimentos do mercado. Daí também surgem ideias para projetos. Aqui é discutido o orçamento de cada área, qual a limitação para a autonomia e quais projetos cada UN pode desenvolver sem aprovação do Comitê Executivo.

Inovações Radicais

Para inovações radicais não se prevê o uso do PIP2. Até 2008, os projetos radicais eram responsabilidade das UN e estavam submetidos aos mesmos processos descritos anteriormente para projetos incrementais. Mas dificuldades em elaborar e aprovar os projetos levaram a empresa a separar as estruturas e processos para este tipo de inovação. Atualmente, os projetos mais radicais são responsabilidade, como já descrito, da área de Inovação Corporativa, que não segue os procedimentos do PIP2, ainda que este sirva de inspiração para o modelo de trabalho seguido. Atualmente, existem cerca de cinquenta ideias radicais "em estoque" na área de Inovação Corporativa, sendo que quatro estão em andamento. Nenhuma delas chegou ao estágio de desenvolvimento em planta piloto.

O fluxo de desenvolvimento para projetos radicais é basicamente o mesmo do PIP, mas a forma de trabalho é muito mais informal, não padronizada – até porque é bastante recente. Os fóruns e critérios de decisão também são diferentes. Este fluxo possui quatro etapas básicas:

(1) Geração de Ideias: as ideias para projetos radicais vêm principalmente do *Technology Roadmapping* desenvolvido pela empresa e visam projetos de longo prazo, com horizonte de cinco a dez anos, e alinhados com as estratégias da área – sustentabilidade, agregação de valor e excelência operacional. Também são fontes de ideias os monitoramentos de patentes e movimentos da concorrência (local e internacional). Os contatos com clientes são mais raros aqui; estes são feitos via UN. As ideias radicais, ao contrário do que acontece nas UN, não dispõem de um sistema informatizado para seu controle, sendo usada uma simples planilha.

(2) Seleção de Ideias: o principal critério de seleção é o alinhamento com a estratégia corporativa. Cada pesquisador tem total autonomia para desenvolver em maior profundidade uma ideia – é um trabalho mais relacionado a pesquisa em literatura e institutos de pesquisa e universidades, não requerendo investimentos. As ideias são submetidas ao **Comitê de Tecnologia,** formado pelos executivos das áreas de Inovação Corporativa e das UN, que discutem a viabilidade potencial ou não dos projetos. Os projetos pré-selecionados aqui são mais detalhados quanto à viabilidade técnica, econômica e mercadológica. Aqui, podem-se usar recursos das UN para testes em laboratório ou, o que é mais comum, junto a parceiros em universidades.

(3) Aprovação ComEx: as ideias, mais detalhadas quanto à sua viabilidade técnica e econômica, são submetidas ao **ComEx (Comitê Executivo)**, formado pela Presidência e Vice-Presidâncias da empresa. A premissa básica é que todos os projetos são desenvolvidos captando-se recursos externos, especialmente das leis de incentivo do governo, via projetos Finep, CNPq, Fapesp, etc.

(4) Desenvolvimento de Projetos: a partir da aprovação, todos os projetos passam a ser desenvolvidos via *Open Innovation*, ou seja, em parceira com universidades, clientes ou centros de pesquisa, e utilizando recursos financeiros externos. Mas a Petro2 mantém o controle dos recursos e cronograma. O desenvolvimento é feito até a etapa piloto, quando ele é “vendido” para a UN correspondente, ou é criada uma nova para acolhê-lo, caso o projeto não se alinhe com nenhuma área existente, podendo inclusive ser licenciado para terceiros.

Fóruns de decisão

Conforme já apresentado no processo de desenvolvimento de Inovações Incrementais e Radicais, a Petro2 possui os seguintes fóruns para discussão e decisão sobre os projetos da empresa (sendo os quatro primeiros utilizados para Inovações incrementais e previstos no PIP2, e os dois últimos utilizados para inovações radicais):

- **Comitê de Produto**: é o primeiro nível de decisão sobre projetos. Acontece internamente, dentro da UM, e é responsável por aprovar preliminarmente quais ideias devem ser desenvolvidas. Como o PIP2 prevê, até um determinado valor de investimento acordado com a administração, o DP tem autonomia para desenvolver projetos. As decisões são baseadas no retorno financeiro e na complexidade de cada projeto.
- **Comitê de Projeto**: ainda dentro das UN, analisa e discute projetos já mais desenvolvidos, com análise financeira detalhada sobre investimentos necessários e recursos utilizados. Seu critério de decisão é baseado no VPL (Valor Presente Líquido) dos projetos, sendo esse um dos principais indicadores utilizados pela empresa. Caso o projeto requeira investimentos maiores que o limite orçamentário da UN – como uma nova planta, por exemplo – tem que submeter sua decisão ao ComEx (Comitê Executivo, formado pela alta administração da empresa). Além disso, acompanha a desenvolvimento de cada etapa dos projetos, cobrando metas e prazos estipulados.
- ***Portfolio Day***: fórum de discussão dentro de cada UN que verifica qual a prioridade de cada projeto em relação ao mercado. Por exemplo, se há doze projetos em PVC, qual deve ser priorizado? Qual deveria ser continuado? Qual está de acordo com a estratégia comercial da empresa? Leva em consideração fatores mercadológicos.
- **Comitê de Inovação**: reúne-se semestralmente, e destina-se a alinhar estratégias entre as diferentes UN da empresa. É mais uma forma de fazer planejamento estratégico do que de deliberar sobre projetos de inovação.
- **Comitê de Tecnologia:** formado pelos executivos da área de Inovação Corporativa e o VP de Inovação e Competitividade, funciona com “filtro” de ideias de inovações radicais. Baseia sua decisão em potencial de mercado, de retorno financeiro e alinhamento estratégico. Uma das dificuldades para projetos radicais reside justamente em quantificar seu risco e/ou retorno. A Petro2 dá bastante autonomia para os pesquisadores desenvolverem ideias radicais até o ponto onde não são necessários investimentos. Mas é complicado, segundo um dos entrevistados,

conseguir recursos para desenvolver um projeto. Por isso, é fundamental estabelecer parcerias, conseguir financiamento ou subsídios governamentais, e ter bem claro qual mercado se pretende atingir e como isso será feito. O papel do principal executivo da Inovação Corporativa é considerado fundamental para esta aprovação. Ele é bastante respeitado na organização e consegue "convencer" a alta administração a assumir os riscos de determinados projetos, como no caso do PE de etanol (que será discutido no Capítulo 9).

- **Comitê Executivo**: acionado quando são necessários investimentos em novas plantas, ou acima de um determinado teto financeiro, e é necessária a aprovação da alta administração da empresa (Presidente e Vice-Presidentes de UN) – isso vale também para projetos incrementais. Mais uma vez, a viabilidade financeira (VPL) é o principal fator de decisão.

7.3 Petro3

A Empresa

A *Petro3* é uma das maiores empresas do setor químico e petroquímico no país. Sua origem é recente, e foi formada pela união de quatro empresas de primeira e segunda gerações. Possui onze plantas industriais em três estados brasileiros. Atua nos mercados de polímeros (PP e PE) e de insumos químicos básicos, como cumeno, eteno e propeno, entre outros. Segundo informações da empresa, seu faturamento anual é da ordem de R$ 9 bilhões ao ano, com capacidade instalada de 2,7 milhões de toneladas de químicos básicos e 1,9 milhão de toneladas de resinas plásticas (PP e PE). Exporta cerca de 400 mil toneladas ao ano de resinas e responde por 40% do mercado nacional de PP e PE.

Ela é dividida em três Unidades de Negócio (UN): Polipropileno (PP), Polietileno (PE) e Químicos Básicos (QB). Por ser uma empresa bastante recente, ainda está em processo de consolidação de estrutura e procedimentos, especialmente quanto à inovação. Adotou muito da estrutura e processos de uma das empresas que a formou – fabricante de resina de Polipropileno, que tinha a área de Pesquisa e Desenvolvimento mais estruturada.

Estruturas Organizacionais para Inovação

O organograma básico da empresa encontra-se na Figura 23. Nele, pode-se observar que a função de inovar é desempenhada nas Unidades de Negócio – responsáveis por inovações incrementais nos produtos já existentes –, e pela área de Desenvolvimento Corporativo, que inclui a Gerência de Tecnologia (também chamada internamente P&D), responsável pelo desenvolvimento das inovações consideradas radicais pela empresa.

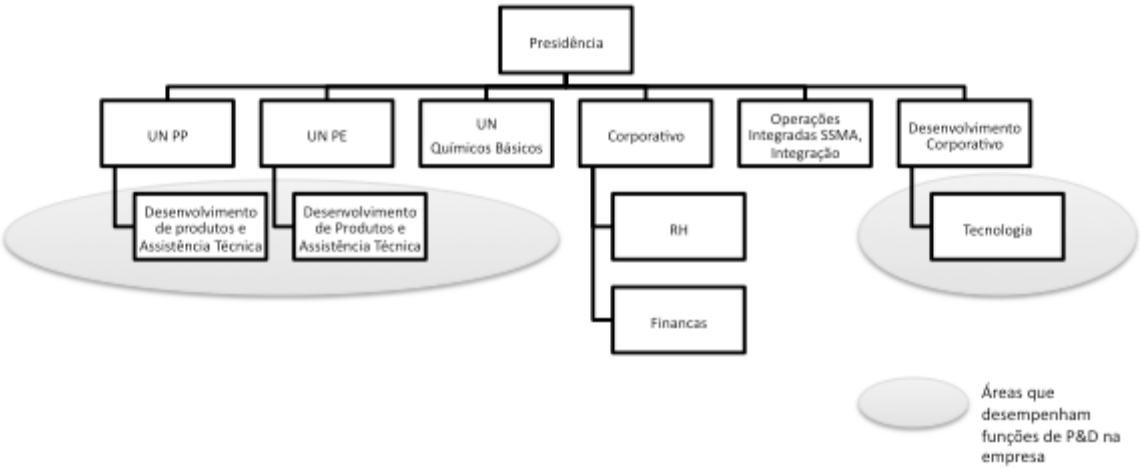


Figura 23 – Organograma simplificado da Petro3
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados de pesquisa

O critério para decidir quais projetos são considerados incrementais e quais são radicais é uma “área cinzenta” de acordo com um dos entrevistados. Em tese, o critério é baseado na tecnologia empregada, se é dominada ou não pela empresa. Por exemplo, projetos envolvendo nanotecnologia, novas rotas tecnológicas (como o PP verde) e novos catalisadores são típicos da área de Tecnologia, que requerem trabalho mais profundo de pesquisa. Projetos de curto prazo e voltados ao desenvolvimento de aplicações nos clientes são desenvolvidos na área de Desenvolvimento de Produtos da UN.

Ainda que haja a divisão entre as estruturas organizacionais para desenvolvimento de inovações incrementais e radicais, a área de Tecnologia também funciona como apoio para o Desenvolvimento de Produtos das UN. Quando há problemas técnicos que as UN não conseguem resolver, recorrem aos especialistas de Tecnologia.

A gerência de Tecnologia foi estruturada após a formação da Petro3 em 2008. Portanto, ainda está em fase de estruturação e com recursos escassos. Possui hoje doze pesquisadores, todos pós-graduados – alguns mestres e doutores. Seis deles são pesquisadores dedicados a projetos de nanotecnolgia (três) e PP verde (três) e seis trabalham em gestão de projetos, contratos com universidades, pesquisa de patentes, inteligência competitiva, captação de recursos (Finep, Fapesp, etc.) e uso de leis de incentivo.

Essa gerência trabalha preferencialmente em parceria com universidades e centros de pesquisa, mas também investe em capacidade própria de desenvolvimento: está em fase final de implantação seu laboratório e planta-piloto na unidade da Petro3 em Capuava (SP).

Já o Desenvolvimento de Produtos e Assistência Técnica (DP), responsável pelo desenvolvimento incremental dos produtos, tem estrutura organizacional e processos mais estruturados, por ter herdado as estruturas das empresas que formaram a Petro3, especialmente na área de PP, mais desenvolvida neste aspecto. As duas UN contam 121 projetos em portifólio, representando 6 a 7 mil t/mês de produtos novos. Cerca de 22% do portifólio de produtos é renovado a cada ano, com a criação de grades (tipos de especificações) diferentes para diversas aplicações e melhoria de formulação.

O foco do DP são projetos de curto prazo, especialmente aplicações em clientes e desenvolvimento de novos mercados para as resinas da Petro3, como substituição de embalagens de papel por PP, por exemplo. Cerca de 50% do tempo do DP é dedicado ao desenvolvimento de mercado, em contato direto com clientes e usuários finais das resinas, como fabricantes de alimentos, produtos de higiene e beleza, utilidades domésticas e eletrodomésticos, por exemplo.

O DP tem a seguinte estrutura:

- Engenharia de Aplicação: engenheiros de diferentes formações como têxteis, de produção, mecânicos e de materiais, que fazem desenvolvimento de aplicações, de mercado e assistência técnica (atendimento a reclamações e homologações de produtos em clientes)

- Engenheiros de Desenvolvimento: realizam trabalho interno de desenvolvimento – estruturação do projeto, estudo de propriedades de material e

coordenam os projetos de desenvolvimento.

- Estrutura de laboratório para Testes e Ensaios: pesquisadores e laboratórios para ensaios de materiais (testes mecânicos e físico-químicos), laboratórios físico-químicos para desenvolvimento de formulações e plantas-piloto.

- Engenharia de Processo: trabalhando matricialmente com as UN, em desenvolvimento e otimização de processos já existentes.

Processos e práticas de Gestão de Inovação

O processo de Gestão de Inovação da Petro3 é o mesmo tanto para inovações radicais quanto incrementais. Este processo já era utilizado por uma das empresas que formou a Petro3 e foi desenvolvido por uma consultoria, inspirado no modelo do Funil de Inovação.

Consiste nas seguintes etapas:

1. **Geração de Ideias**

Existe um software na área de DP para captação das ideias. Em tese, qualquer pessoa pode trazer ideias, mas na prática, a grande maioria vem de clientes, via o pessoal de aplicação. Esse grupo procura diferentes aplicações para os produtos da empresa, buscando mercados com maior valor agregado, substituindo plásticos como Nylon® e policarbonato. Um bom exemplo é o desenvolvimento de PP para aplicações em utilidades domésticas junto a uma agência de design, para uma cadeia de lojas de decoração.

Para a Inovação Radical, grande parte das ideias vem do Planejamento Estratégico da Empresa e dos pesquisadores – como a nanotecnologia, que foi uma demanda do Planejamento Estratégico, mas cujos desenvolvimentos e ideias são oriundas dos pesquisadores. Está em desenvolvimento um portal na internet para captação de ideias de colaboradores, clientes e fornecedores.

2. **Seleção de projetos**

As áreas de DP e Tecnologia fazem uma pré-seleção das ideias que podem se tornar projetos, utilizando uma matriz de mercado *versus* produto (vide Figura 24) como auxiliar da decisão. Os projetos incrementais de substituição (por exemplo,

substituir embalagem de papel por grade de PP já existente) ou *market share* (substituir produto da concorrência), que não necessitam de investimento não demandam aprovação pelo **Comitê de Avaliação de Projetos**, ficando a decisão a cargo do gerente de DP. Estes são chamados de “verdes”.

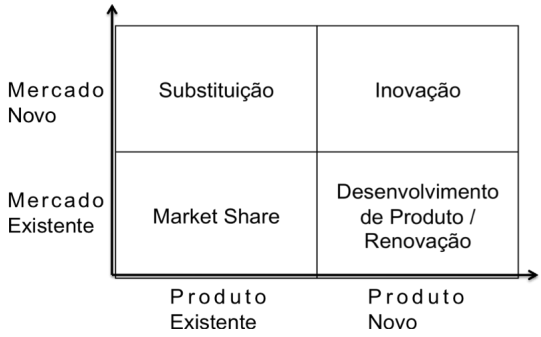


Figura 24– Matriz de apoio à seleção de Projetos de Inovação da Petro3
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados de pesquisa

Projetos considerados “amarelos” – os de Renovação/Desenvolvimento de Produto e Inovação, requerem um maior detalhamento de proposta, com previsão de mercado, volumes, investimentos requeridos e alinhamento com as tecnologias existentes na empresa. As propostas, elaboradas pelo DP ou Tecnologia, com participação de Marketing, Vendas, Finanças e Plantas, são submetidas ao Comitê de Avaliação de Projetos, que condicionam a aprovação à Taxa Interna de Retorno (TIR) estimada para o projeto. Projetos “vermelhos” são aqueles com TIR negativa, que são descartados definitivamente ou aguardam melhor momento de mercado.

A dificuldade para Projetos Radicais é conseguir classificá-los na matriz de priorização e conseguir uma TIR realista, dado seu grau de risco e incerteza. Aí o critério passa a ser o alinhamento estratégico e o interesse da Diretoria da empresa no projeto, como foi o caso do PP verde. Para um dos entrevistados, os procedimentos acabam “amarrando” as decisões sobre projetos radicais, sendo que está em elaboração um método diferente para estes casos.

3. **Desenvolvimento de projetos**

A partir da aprovação, o DP ou tecnologia inicia os testes de bancada, para avaliação de propriedades físico-químicas. Para os projetos mais radicais, neste momento são envolvidos parceiros como universidades e centros de pesquisa.

Após os testes em bancada, são elaborados lotes em planta-piloto, que são enviados para testes em clientes, o chamado “Teste de pré-venda”. Esta aprovação é fundamental e muitas vezes pode levar bastante tempo, em função dos volumes utilizados pelos clientes.

4. **Implementação do projetos**

Uma vez que o lote de pré venda foi aprovado, inicia-se a etapa de implementação, que é o projeto de engenharia para equipamentos. Não é requerida para todos os projetos, apenas para aqueles que demandem modificações substanciais em plantas existentes ou mesmo novas plantas. Para isso, utiliza-se metodologia de gestão de projetos do tipo PMI[23]. O DP ou a área de Tecnologia são responsáveis por acompanhar por 36 meses os processos novos, para solucionar problemas de técnicos.

Fóruns de Decisão

Para selecionar os projetos a serem desenvolvidos e discutir problemas técnicos na implantação, a Petro3 possui um fórum: o **Comitê de Avaliação de Projetos**. Este comitê é formado pelos gerentes das UN (Marketing, Vendas, DP e Plantas) e pelo Gerente de Tecnologia.

Neste comitê, os gerentes discutem, a partir da matriz de seleção de projetos, quais ideias devem ser desenvolvidas, necessitam de mais análises ou estudos ou descartadas. As reuniões ocorrem a cada 45 dias. As decisões são ratificadas (ou não) pela Diretoria.

Além de selecionar projetos, o comitê também analisa o portifólio de produtos da Petro3 e alinha as estratégias de produtos entre as diferentes UN.

Projetos mais radicais, que requeiram investimentos em novas unidades produtivas, necessitam também da aprovação da Diretoria da empresa.

7.4 Resumo das Estruturas Organizacionais, Ferramentas e Práticas de Gestão da Inovação Incremental e Radical das três empresas pesquisadas

[23] PMI – *Project Management Institute* – Organização que difunde métodos de gestão e controle de projetos.

No item 5.4 foram apresentadas as características das áreas de decisão do Projeto Organizacional para inovação incremental e radical, consolidadas a partir da literatura pesquisada e apresentada nos Capítulos 4 e 5. Nos Quadros 7 e 8 a seguir, são apresentadas essas características para as áreas de decisão analisadas – Processos e Práticas de Gestão, Estruturas de Divisão e Coordenação do Trabalho e de Criação e Difusão do Conhecimento – encontradas a partir dos estudos de caso realizados nas três empresas: Petro1, Petro2 e Petro3.

Observando-se as estruturas organizacionais para inovação e suas ferramentas de gestão nas três empresas pesquisadas, pôde-se perceber que, especialmente para Inovação Incremental, as estruturas organizacionais e as ferramentas de gestão utilizadas são muito parecidas entre si: as estruturas organizacionais são funcionais e nas três empresas são utilizados modelos estruturados de gestão da inovação, baseados em *best practices* amplamente difundidas no mercado, como o Funil e *Stage-gates*®, adaptadas para a realidade de cada uma das empresas. Percebe-se uma grande preocupação nas três empresas na eficiência no uso dos recursos, o que explica o uso de estruturas funcionais – o pessoal responsável pelos projetos dificilmente trabalha dedicando-se integralmente a um único projeto.

Para a Inovação Radical, as três empresas procuram, ao menos teoricamente, separar de alguma forma as estruturas e processos dedicados a este tipo de inovação: na Petro1, ainda que não haja divisão formal entre as estruturas organizacionais de Pesquisa e Desenvolvimento dedicadas a Inovação Incremental e Radical, há pesquisadores dedicados 100% a este tipo de inovação; já na Petro2 e na Petro3, há estruturas formais dedicadas a Inovação Radical, embora o critério utilizado para alocação dos projetos nas referidas estruturas reflita mais a divisão das empresas em unidades de negócio do que o grau de novidade de cada projeto. Na Petro2, cada projeto de inovação radical é estruturado de forma diferente dos outros, uma vez que os projetos são baseados na formação de parcerias com entidades externas, com participação do pessoal da Petro2 na coordenação. Na Petro3, a estrutura é separada da estrutura para inovação incremental, mas a forma de estruturá-la – funcional – é a mesma.

Quanto às ferramentas de gestão utilizadas para inovações radicais, a Petro1 e Petro3 utilizam as mesmas utilizadas para Inovação incremental; já a Petro2,

apesar de não utilizar o PIP2, seu modelo de gestão de inovações incrementais, utiliza modelo similar, também baseado no modelo de Stage-Gates, mas com um caráter mais informal.

Os critérios de decisão para a continuidade ou não de cada projeto são os mesmos nas três empresas, baseado no retorno financeiro proporcionado por cada projeto. Para os projetos radicais, contudo, dada a dificuldade para se obter dados e previsões confiáveis, acaba prevalecendo a vontade política da alta administração e o alinhamento com a estratégia de inovação e mercado.

Nas três empresas, há envolvimento de atores externos no desenvolvimento dos projetos de inovação – nas incrementais, principalmente, de clientes, enquanto que nos projetos mais radicais, há formação de parcerias com universidades, especificamente nas fases iniciais, de testes em bancada –, o que demanda tempo e confere alta incerteza.

Para verificar na prática o funcionamento deste projeto de organização, foram analisados onze projetos de inovação radical e incremental desenvolvidos pelas três empresas, conforme método e planejamento explicitado no Capítulo 2. No Capítulo 9, os resultados são apresentados e analisados.

Na próxima seção, será apresentado o Projeto Organizacional de uma empresa líder do setor petroquímico no mundo, reconhecidamente inovadora, com o objetivo de compará-lo com o que foi encontrado nas empresas nacionais.