UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

Escola de Química

Programa de Pós-Graduação
em Tecnologia de Processos
Químicos e Bioquímicos

TESE DE DOUTORADO

Metodologia de Seleção, Avaliação e Priorização de Projetos Tecnológicos Inovadores

Luiz Fernando Leite

Orientador:
Profª Adelaide Maria de Souza Antunes

Rio de Janeiro
Abril de 2008

Ficha de Aprovação

Metodologia de seleção, avaliação e priorização de projetos tecnológicos inovadores

Luiz Fernando Leite

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

Aprovada por:

Prof^{a}. Adelaide Maria de Souza Antunes, D.Sc.

Prof. Francisco Lima Cruz Teixeira, Ph.D.

Prof. Jose Vitor Bomtempo, Ph.D.

Luís Guilherme de Sá, D.Sc.

Prof. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti, Ph.D.

Prof. Peter Rudolf Seidl, Ph.D.

ESCOLA DE QUÍMICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Abril / 2008

RESUMO

Leite, Luiz Fernando *Metodologia de seleção, avaliação e priorização de projetos tecnológicos inovadores*, Orientador: Adelaide Maria de Souza Antunes. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos - Área de Inovação Tecnológica).

Este trabalho analisa a importância da inovação e do desenvolvimento tecnológico para as empresas, num cenário de negócios altamente competitivo. Atualmente a função tecnologia passou a integrar o Planejamento Estratégico das empresas líderes e a eficiência de como gerir a inovação, no contexto empresarial, ganhou especial relevância. Como selecionar projetos que sejam portadores de futuro para a organização passou a ser um grande tema de discussão. São analisadas as principais ferramentas de gestão e as metodologias, convencionalmente praticadas, de avaliação de uma carteira de projetos de P&D, sendo feita uma análise da adequação dos critérios adotados para a seleção e priorização de projetos face ao cenário atual. É abordada a inovação na área petróleo e energia, tomado como referência o caso da Petrobras, bem como fatos e dados relacionados ao seu Sistema Tecnológico e à gestão de tecnologia praticada em seu Centro de P&D. A complexidade do processo de inovação e suas dimensões: pessoa, cultura, processos gerenciais e infra-estrutura são analisados. É discutida a gestão de idéias e a falta de informações precisas para os projetos embrionários inovadores. São apresentadas as premissas facilitadoras à inovação, tais como: a gestão do *portfólio* de projetos; o suporte da alta gerência; a capacitação e aprendizagem organizacional; o trabalho em equipe; a tolerância ao risco; e a cidadania organizacional. São discutidos os paradigmas existentes da gestão da inovação e as novas tendências, que objetivam mitigar o “dilema do inovador” de Christensen. É proposta uma nova metodologia que separa a carteira incipiente daquela carteira de projetos de desenvolvimento, mais bem estruturados. São discutidos os critérios a serem adotados para a seleção de projetos inovadores incipientes, bem como é feita uma proposta para o perfil dos participantes do fórum, para evitar uma postura muito

operacional e manter uma visão prospectiva, sistêmica e plural. No final é realizada a análise da adequação da nova metodologia proposta, considerando as suas condicionantes e possíveis limitações.

Palavras-Chave:

Gestão de tecnologia, gestão de inovação, gestão de idéias, inovação tecnológica, metodologia de seleção de projetos de P&D, aprendizagem organizacional, Petrobras

ABSTRACT

Leite, Luiz Fernando *Selection, evaluation and prioritizing methodology for innovative technological projects*, Advisor: Adelaide Maria de Souza Antunes, Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2008. Doctorate Thesis: Post-graduation in Chemical and Biochemical Processes Technology – Technological Innovation Section

Innovation and technological development are key points to be addressed by all companies in a fierce competitive scenario. Since presently the technology vector is integrated with the Strategic Planning performed by leading companies, effective innovation management has became a must in the corporate world. How to select promising projects that can bring a flattering future to an organization is one of the greatest managerial puzzles. This thesis discusses the main managing tools and methodologies ordinarily applied in a R&D project portfolio analysis. An examination of how the selection criteria are tuned to the present business scenario is also included. The importance of innovation for the oil and gas sector is reported, taking as background the Petrobras case. Real data from this company's Technological System and its technology managing policies, as currently practiced at its R&D organization, are analyzed. The complexity of the innovation process and its different dimensions, such as: people, culture, managing process, and infra-structure, are discussed. The idea selection, the idea managing process and the lack of precise information from the early-stage innovative projects are also addressed. The enabling aspects and premises to innovation are reported, such as: project portfolio management, top-managing support, capability and organizational learning, team working, risk taking tolerance and organizational citizenship. The actual paradigms of innovation managing and the future trend that should mitigate "the innovators dilemma" of Christensen are shown. A new methodology is proposed, which splits the R&D portfolio in two groups: the early-stage innovative projects; and the more structured projects, as the development projects. New selection criteria for the premature project are discussed and proposed, as well as the participant profile of the portfolio analysis forum, aiming at avoiding a highly operational approach and preserving a more prospective, systemic

and plural vision. Finally the robustness/adequacy of the new methodology is checked, considering its genesis conditions and possible limitations.

Keywords:

Technology management, innovation managing, idea managing, technological innovation, R&D portfolio analysis methodology, organizational learning, Petrobras

FICHA CATALOGRÁFICA

Leite, Luiz Fernando

Metodologia de Seleção, avaliação e priorização de projetos tecnológicos inovadores / Luiz Fernando Leite; Orientadora: Adelaide Maria de Souza Antunes – Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Química, Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2008.

v.; 210 f

1. Tese (doutorado) – UFRJ, Escola de Química, Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Inclui referências bibliográficas

1. Escola de Química – Teses. 2. Gestão de tecnologia. 3. Gestão da inovação. 4. Gestão de idéias. 5. Inovação tecnológica. 6. Metodologia de seleção de projetos de P&D. 7. Aprendizagem organizacional. 8. Petrobras, I. Antunes, A.M.S.(Adelaide Maria de Souza) II. UFRJ. Escola de Química. III. Titulo.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Adelaide Maria de Souza Antunes, pelo apoio encorajador, por todos os conhecimentos transmitidos, pelas discussões enriquecedoras, por todo o tempo de dedicação e estimulante convivência, ao longo destes quatro anos. Sobretudo por seu dinamismo e vontade de realizar, que são contagiantes!

Aos Professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, da Escola de Química, pelo profissionalismo, pelo exemplo de dedicação, pelos conhecimentos transmitidos e pelo modo cordial e receptivo que acolhem os alunos.

Ao Prof. Peter Rudolf Seidl, por seu estímulo e pelas profícuas e interessantes discussões sobre modelos de dinâmica da inovação.

Ao Prof. José Vitor Bomtempo, por suas aulas instigantes, pelas reflexões sobre competitividade e inovação e pelas boas dicas de literatura técnica.

À minha grande *alma mater*, a Escola de Química da UFRJ, onde me graduei como Engenheiro Químico, em 1976. Tenho a graça de, até hoje, continuar aprimorando os meus conhecimentos, usufruindo de seu ensino e saber, na busca de me tornar um melhor profissional e uma melhor pessoa.

À Petrobras, outra grande escola, por todas as chances de desenvolvimento profissional e pessoal que me proporcionou. Aos colegas de Cenpes, onde passei 28 anos de minha carreira, muito aprendi e muito cresci! Pela oportunidade de trabalhar em inovações, novos desenvolvimentos e enfrentar novos desafios. Aos colegas do COMPERJ, pela ajuda e apoio na concretização deste desafio,...deste sonho que começa a ganhar forma!

Ao ex-chefe e amigo Fernando Baratelli Jr., grande pessoa e profissional, com quem eu aprendi que vale a pena inovar! Por sua grande bagagem técnica e exemplo de humanidade, a minha admiração.

Ao colega e grande especialista em zeólitas, Lam Yiu Lau, com quem tive o prazer de trabalhar junto por muitos anos, no Cenpes. Por sua receptividade e pela ajuda em resgatar informações sobre o projeto “Síntese de Zeólita tipo ZSM-5”, o caso apresentado na tese.

Ao colega e amigo José Marcos Moreira Ferreira pela ajuda em revisar o texto final desta tese.

À minha companheira Eliana, por seu amor, paciência e estímulo. Esta tese lhe roubou um bom tempo de nossa convivência. Muito obrigado por toda a ajuda e compreensão!

Aos meus filhos, Juliana, Tiago e Mariana, mais uma “escola”, pela convivência carinhosa e pela esperança de um futuro melhor para as novas gerações.

LISTA DE SIGLAS

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional de Petróleo

CENPES – Centro de Pesquisa & Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Centro de P&D da Petrobras)

CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COMAB – Comitê Tecnológico Estratégico do Abastecimento e Petroquímica

COMEG – Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia e Desenvolvimento Sustentável

COMEP – Comitê Tecnológico Estratégico da Exploração & Produção

COMPERJ – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro

CTE – Comitê Tecnológico Estratégico

CTO – Comitê Tecnológico Operacional

FCC – Craqueamento Catalítico Fluido

FCD - Fluxo de Caixa Descontado

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FLC - Fluxo Líquido de Caixa

IL – Índice de Lucratividade

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD – *Organization for Economic Co-operation & Development)*

LISTA DE SIGLAS (continuação)

ONG – Organização Não Governamental

P & D – Pesquisa e desenvolvimento

P,D & E – Pesquisa, desenvolvimento e engenharia

P,D & I – Pesquisa, desenvolvimento e inovação

PE – Planejamento Estratégico

PFCC – Petrochemical Fluid Catalytic Cracking

PIB – Produto Interno Bruto

PROCAP – Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Explotação para Águas Profundas

PROTER – Programa de Tecnologias Estratégicas do Refino

RFCC – Residual Fluid Catalytic Cracking

RH – Recursos Humanos

ROI- Retorno do Investimento

RONA - Retorno sobre o Patrimônio Líquido

SNI – Sistema Nacional de Inovação

VCE – Valor Comercial Esperado

VPL - Valor Presente Líquido

VPT - Valor Presente Total

VRM – Value Roadmapping

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Plano Estratégico Petrobras 2020.....3

Quadro 2 - Estrutura de Definição da Inovação (Henderson & Clark).....13

Quadro 3 - O processo de Inovação Tecnológica.....15

Quadro 4 - Modelo de Kline e Rosenberg.....18

Quadro 5 - Trajetória Tecnológica nos Países em Desenvolvimento.....21

Quadro 6 - Modelo Prescritivo (Funil da Inovação).....22

Quadro 7 - O Ciclo de Competência.....24

Quadro 8 - O Fluxo do Processo do Comitê Tecnológico Operacional.....35

Quadro 9 - Processo de Planejamento do Sistema Tecnológico Petrobras.....36

Quadro 10 - Sistema Nacional de Inovação.....46

Quadro 11 - Competição de Idéias.....60

Quadro 12 - Fontes de Novas Idéias e Inovação.....62

Quadro 13 - Critérios para Seleção e Priorização de Projetos.....71

Quadro 14 - Os Componentes do Valor Total do Projeto (VTP).....85

LISTA DE QUADROS (continuação)

Quadro 15 – Método de Cálculo do Valor Comercial Esperado.....88

Quadro 16 – Integrando Competências para Desenvolver Produtos Novos e Diferenciados para o Mercado.....93

Quadro 17 – Identificando as Competências Requeridas para o Futuro.....95

Quadro 18 - Pontos Chaves do Processo de Gestão de Tecnologia.....106

Quadro 19 – Típico Diagrama de Bolha Risco / Recompensa.....119

Quadro 20 – Matriz de Seleção para Projetos Incipientes.....146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exportações Brasileiras pelo Grau de Tecnologia dos Produtos.....41

Tabela 2 - Taxa de Sobrevivência das Atividades de Patenteamento.....61

Tabela 3 - Investimentos, Opções de Compra de Ações, Opções de P&D.....74

Tabela 4 - Paradigmas da Gestão da Inovação: Convencional x Nova Abordagem.....129

Tabela 5 - Aderência à Estratégia.....134

Tabela 6 - Impacto Ambiental / Segurança Operacional / Impacto Social.....135

Tabela 7 - Risco e Recompensa.....136

Tabela 8 - Monopólio Temporário (A1).....138

Tabela 9 - Vantagem Competitiva Específica (A2).....139

Tabela 10 - Potencial de Agregação de Valor.....140

Tabela 11 - Diversidade de Concepções e Conhecimentos Agregados.....142

Tabela 12 - Articulação Externa.....144

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Aplicação Anual em P&D: Setor Petróleo, Gás & Energia.....43

Gráfico 2 - Estratégia de Crescimento.....56

Gráfico 3 - Carteira de Projetos do PROTER CTO 2002: Relação Benefício / Custo.....101

Gráfico 4 - Como a Gerência Percebe a Importância da Gestão de *Portfolio*.....108

Gráfico 5 - Critérios Usados no Ranqueamento de Projetos.....115

Gráfico 6 – A Evolução da Produção Importação e Vendas de GLP do Brasil.....161

ÍNDICE

Capítulo 1. Introdução.....1

Capítulo 2 – Conceituação, Classificação, Processo e Modelos de Dinâmica da Inovação.....9

2.1 – Conceituação de Inovação.....9
2.2 – Tipos de Inovação.....10
2.3 – Conceituação de Inovação Tecnológica.....11
2.4 – Classificação Quanto ao Nível de Inovação.....11
2.4.1 – Abordagem Schumpeteriana.....11
2.4.2 – Henderson & Clark.....12
2.4.3 – Christensen.....14
2.5 – O Processo de Inovação Tecnológica.....14
2.6 – Modelos de Dinâmica da Inovação.....17
2.6.1- Modelo de Kline & Rosenberg.....17
2.6.2- A Trajetória Tecnológica de Países em Desenvolvimento.....19
2.6.3- Modelo Prescritivo de Clark & Wheelwright.....21
2.7 – Inovação no Contexto da Estratégia Organizacional.....22

Capítulo 3 – Inovação na Petrobras.....28

3.1 - A Importância da Inovação para o Setor Petróleo e Energia.....28
3.1.1 – O Macro-Ambiente de Negócios.....29
3.1.2 - Ambiente-Tarefa.....29
3.2 – O Desenvolvimento de Inovações Tecnológicas na Petrobras.....30
3.3 – O Capital Intelectual.....32
3.3.1 – O Capital Estrutural – Sistema de Gestão Tecnológico Petrobras....32
3.3.2 – O Capital Relacional – Clientes e Parceiros.....37
3.3.3 – O Capital Humano – O Corpo Técnico.....38

ÍNDICE **(continuação)**

3.4 – A Tecnologia na Atual Conjuntura Brasileira.....40
3.5 – O Sistema Nacional de Inovação.....44

Capítulo 4 – A Gestão da Inovação.....48

4.1 – Como se Deve Gerenciar a Inovação?.....48
4.2 – As Dimensões da Inovação.....51
4.2.1 – A Dimensão "Pessoa".....52
4.2.2 – A Dimensão "Cultura".....54
4.2.3 – A Dimensão "Infra-Estrutura".....58
4.2.4 – A Dimensão "Processo".....57
4.2.4.1 – Gestão de Idéias.....60
4.2.4.2 – A Gestão da Cadeia de Valor da Inovação.....65
4.2.4.3 – A Gestão de P&D.....66
4.3 – A Gestão da Carteira de Projetos de P&D na Petrobras.....69
4.4 – Outras Abordagens para Gestão de P,D&I.....71
4.4.1 – Análise de Opções Reais.....72
4.4.2 – *Roadmap* Tecnológico.....74

Capítulo 5 – Gerenciamento do *Portfolio* de Projetos de P&D.....76

5.1 – Metodologias e Critérios de Avaliação em Prática.....77
5.1.1 – Técnicas de FCD.....80
5.1.2 – Técnicas de Análise de Opções.....81
5.1.3 – Valor Comercial Esperado.....87

ÍNDICE **(continuação)**

5.1.4 – Técnicas Qualitativas.....88
5.1.4.1 – Métodos híbridos.....89
5.1.4.2 – *Roadmap* Tecnológico.....91
5.1.4.3 - *Roadmap* da Empresa Pioneira.....94
5.1.4.4 – *Value Roadmapping (VRM)*.....96
5.1.4.5 – Julgamento de Especialistas e Intuição (*gut feel*).....97
5.2 – Panorama Geral sobre as Metodologias.....98
5.3 – A Ilusão de Controle da Gestão do Portfolio..... 98
5.4 – A Nova Proposta para a Gestão da Carteira de P&D.....101

Capítulo 6 – O Ambiente Empresarial e a Geração de Inovações.....105

6.1 – Premissas Facilitadoras à Inovação.....106
6.1.1 – Gestão do *Portfolio* de Projetos.....106
6.1.2 – Suporte da Alta Gerência.....109
6.1.3 – Capacitação e Aprendizado Organizacional.....110
6.1.4 – Trabalho em Equipe.....111
6.1.5 – Tolerância ao Risco.....112
6.1.6 – Cidadania Organizacional.....113
6.2 – Análise Crítica dos Critérios de Avaliação para Projetos de P&D.....114
6.2.1 – Aderência à Estratégia / Alavancagem das Competências Essenciais.....115
6.2.2 – Retorno do investimento.....116
6.2.3 – Risco / Probabilidade de Sucesso.....117
6.2.4 – Tempo de Aplicação ou Lançamento.....120
6.2.5 – Capacitação Tecnológica.....120
6.2.6 – Capacitação Mercadológica ou Comercial.....121
6.3 – O Desenvolvimento Sustentável.....121
6.4 – Paradigmas Convencionais e Novas Abordagens.....126

ÍNDICE **(continuação)**

Capítulo 7 - Proposição de Nova Metodologia para Avaliação de Projetos.....130
7.1- Diferenciando Idéias de Oportunidades.....131
7.2 – Fatores e Parâmetros para Geração dos Critérios de Avaliação.....132
7.2.1 - Aderência à Estratégia.....133
7.2.2 – Visão Holística.....134
7.2.3 – Risco e Recompensa.....136
7.2.4 – Apropriabilidade.....136
7.2.5 – Potencial de Agregação de Valor.....139
7.2.6 - Diversidade de Concepções e Conhecimentos Agregados.....140
7.2.7 – Articulação Externa.....142
7.3 – Matriz de Seleção para Projetos Incipientes.....144
7.4 – A Composição do Fórum de Análise de *Portfolio*.....147
7.5 – Aspectos Organizacionais do Fórum.....151
7.5.1 – Registro da Proposta.....151
7.5.2 – Freqüência das Reuniões do Fórum.....152
7.5.3 – Fluxo do Processo.....153
7.5.4 – Reunião do CTO – Projetos Incipientes.....154

Capítulo 8 – Análise da Metodologia Proposta.....156

8.1 – Análise da Pertinência da Metodologia Proposta.....156
8.1.1 – O Início da Capacitação em Zeólitas ZSM-5.....156
8.1.2 – Mudanças no Cenário.....158
8.1.3 - A Fabricação de Cristais de ZSM-5.....159
8.1.4 – A Análise do Caso Face à Nova Metodologia Proposta.....161
8.2 – Aprimoramento da Nova Metodologia pelo Uso.....164

ÍNDICE **(continuação)**

8.3 – Condicionantes de Aplicação da Metodologia.....165
8.3.1 – Organização de Grande Porte.....166
8.3.2 – Carteira Extensa de Projetos.....167
8.3.3 – Processo e Produtos com Tempo de Vida Longo.....167
8.3.4 – Setor Econômico: Petróleo e Energia.....168

Capítulo 9 – Conclusões e Recomendações.....170

9.1 – Conclusões.....170
9.2 – Recomendações.....173
9.2.1 – Metodologia para Empresas Pequenas.....173
9.2.2 – Exploração da Cadeia de Valor da Inovação.....174

Referências Bibliográficas.....176

LISTA DE ANEXOS

Anexo1- Avaliação da Cadeia de Valor da Inovação.....190

Anexo 2 – Proposição Preliminar de Projeto.....192

Anexo 3 – Cálculo do VPL de um Projeto de Desenvolvimento de um Produto.....194

Anexo 4 – Projeto de Desenvolvimento de um Fármaco e sua Análise de Risco.....198

Anexo 5 – Procedimento para Análise de *Portfolio*.....200

Anexo 6 – Ficha de Avaliação de Proposta de Projeto Incipiente (PPI).....207

Capítulo 1 - Introdução

O mercado atual é caracterizado por uma alta competitividade, alta instabilidade, curto ciclo de vida dos produtos e concorrência acirrada, fazendo com que as empresas, para obterem êxito, tenham que desenvolver a capacidade de inovar, lançando novos produtos e serviços, geralmente a um preço menor, com melhor qualidade e a uma velocidade maior que seus concorrentes. A tecnologia passou a integrar o dia a dia do homem moderno, que passou a lidar com um grande número de produtos de alta intensidade tecnológica, existindo uma avidez por novidades e novas funcionalidades, acelerando a obsolescência dos produtos. Nonaka (1991) afirma que, neste cenário dinâmico, só as empresas geradoras de conhecimento (*knowledge-creating companies*) têm garantida a sua existência, pois o seu negócio é a inovação contínua.

D'Aveni (1994) enfatiza que o caráter dinâmico da competição está tão enraizado no atual mundo dos negócios, que não se pode mais considerá-lo como uma idéia decorrente do pensamento estratégico. Ele afirma existir uma "hiper-competição", pois os mercados estão tão voláteis e dinâmicos que a evolução é a força dominante na ação estratégica. Em linha com a visão baseada em recursos, o aspecto mais importante da competição não é a atual posição da empresa, mas as mudanças geradas pela interação dinâmica entre as empresas rivais. O posicionamento oferece apenas uma vantagem temporária. É a habilidade da empresa gerenciar de modo bem sucedido uma série de interações que determina o sucesso da organização, sendo para tal necessário mudar constantemente suas posições.

Quando uma empresa formula a sua estratégia tecnológica, Vittorio Chiesa (2001) recomenda que, devido ao contexto dinâmico, um produto deva ser visto como uma solução tecnológica transiente que atende ao benefício esperado pelo consumidor. As tecnologias em uso tornam-se apenas as soluções tecnológicas dominantes no momento, mas não são uma referência para as futuras soluções.

Conseqüentemente a gestão de tecnologia, focada na inovação, ganhou destaque no ambiente de negócios. As empresas buscam a inovação como fator crítico para o seu crescimento (Silveira, 2001). Passou a ser assunto governamental, como no caso brasileiro, em que foi promulgada a Lei da Inovação - No. 10.973, em 02/12/2004, sendo posteriormente regulamentada através da Lei do Bem - No. 11.196, de 07/06/2006 e, no caso italiano, em que recentemente foi criado um ministério, o MIT – *Ministro per l'Innovazione e le Tecnologie* (www.innovazione.gov.it), em 06/05/2005 [(1)].

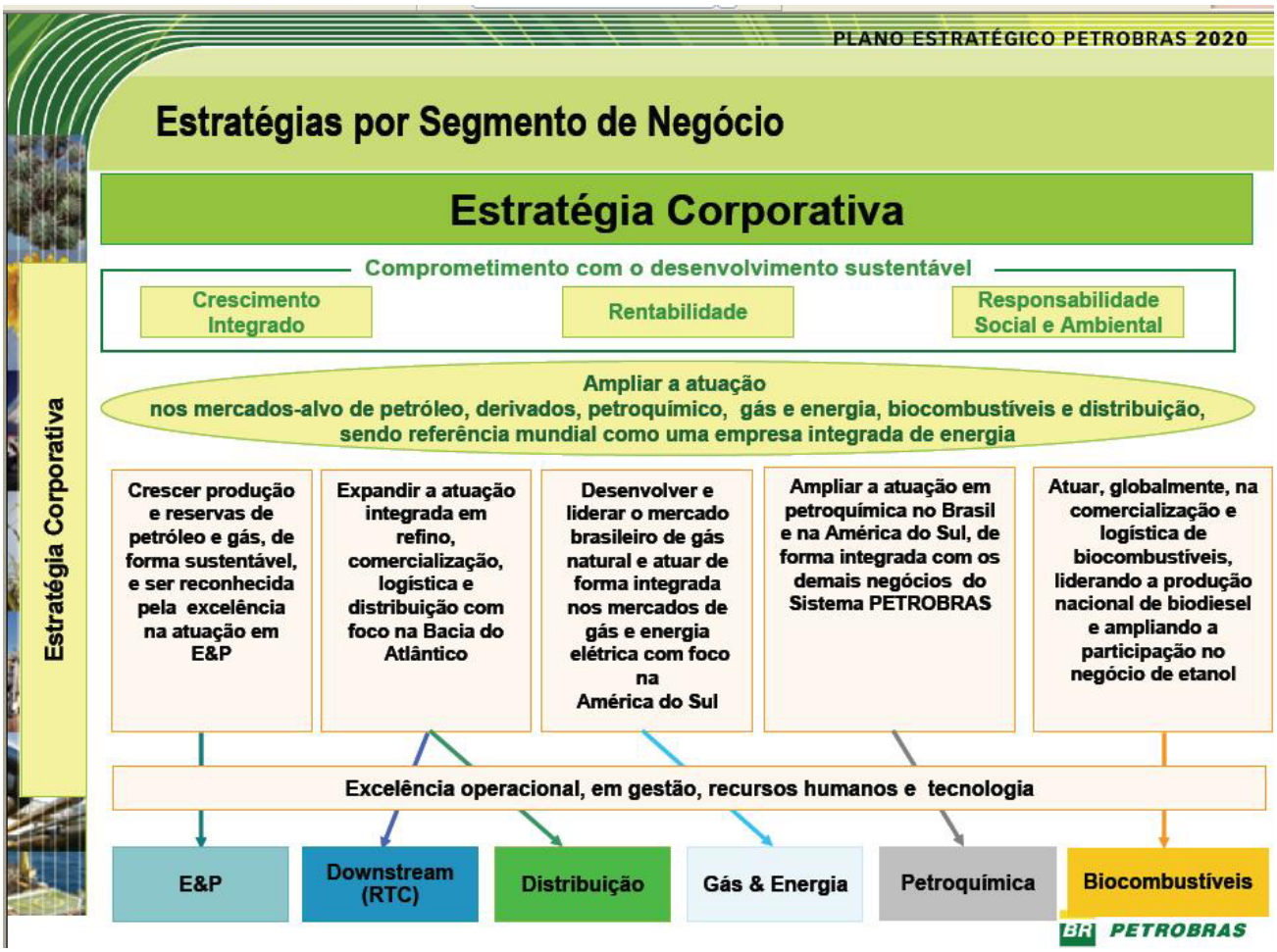
Neste cenário a função tecnologia passou a integrar o Planejamento Estratégico (PE) das empresas líderes do mercado. A concepção deste tem evoluído muito na atual conjuntura. Devido às freqüentes mudanças do mercado, há a necessidade de se adotar estratégias emergentes para lidar com eventos inesperados e se ter planos de contingência para lidar com as incertezas (Mintzberg, 2004; Barney, 1996). Existe uma grande discussão sobre a eficácia do PE, pois se verifica uma discrepância considerável entre as estratégias pretendidas e as realizadas pelas organizações (Mintzberg, 2004).

Com o intuito de facilitar a contextualização desta Tese de Doutorado, para explicitar melhor a sua aplicação e interesse empresarial, utiliza-se como exemplo o caso da Petrobras, bem como informações, fatos e dados relacionados ao seu Sistema Tecnológico e à gestão de tecnologia praticada nesta empresa e pelo seu Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) – o Cenpes, onde o autor da tese desenvolveu sua vida profissional.

Pelo descrito, estratégias robustas e a gestão de mudanças estão ganhando força. O que a Petrobras tem adotado é a prática de revisão anual do seu PE, de modo a atualizá-lo e adequá-lo às mudanças do ambiente-tarefa. Atualmente na Petrobras, a função tecnologia é considerada como um dos pilares de sustentação do PE, como é mostrado no Quadro 1 – Plano Estratégico Petrobras 2020 (Petrobras, 2007). Isto significa dizer que ela permeia todas as atividades essenciais da empresa, suportando os objetivos empresarias.

[(1)] Vale comentar que os casos citados são esforços tardios, pois já em outubro de 1979, o então presidente americano Jimmy Carter, promoveu uma revisão da política de inovação industrial com o objetivo de melhorar a produtividade e estimular a criação de empregos para os trabalhadores americanos.

Quadro 1 – Plano Estratégico Petrobras 2020



Fonte: Plano Estratégico da Petrobras – 2020: Plano de Negócios 2008-2012, 14/8/2007

O processo de gestão de tecnologia na Petrobras, até então, tem sido bem sucedido, como se pode constatar pelo desenvolvimento de tecnologia para produção de petróleo em águas profundas e pelo êxito na adaptação do parque de refino para o processamento competitivo deste petróleo de natureza mais pesada. Por outro lado, o Cenpes, na elaboração do seu novo PE, cujo horizonte vai até 2030, tem discutido as mudanças requeridas nos processos gerenciais vigentes, de modo a garantir a competitividade da empresa e a melhoria de seu desempenho no cenário futuro.

Existe o sentimento que o Cenpes deveria trabalhar mais na fronteira do conhecimento, explorando novas oportunidades e criando os futuros negócios da empresa. A própria Diretoria da Petrobras sinalizou nesta direção, estimulando a realização de projetos de maior risco e recompensa. Portanto o sistema de gestão em prática parece não ser totalmente adequado a uma organização de pesquisa avançada, onde se pretende que as inovações sejam geradas numa intensidade maior que a de sua série histórica. Conseqüentemente, novas metodologias de gestão devem se desenvolvidas, praticadas a aprimoradas (Chiesa e Manzini, 1998).

Atualmente a gestão de tecnologia da Petrobras adota um sistema de Comitês Tecnológicos, em que os clientes das áreas de negócio da empresa, juntamente com os representantes da Administração Central e do próprio Cenpes selecionam e priorizam a carteira de projetos de P&D, estando em prática uma metodologia de análise de *portfólio* de projetos, que adota determinados critérios quantitativos, inclusive métodos financeiros de avaliação benefício / custo.

A avaliação de tecnologia para aplicação em negócios é de extremo interesse para os gerentes industriais. Na prática, muito gerentes sabem que a metodologia usual padrão de Fluxo de Caixa Descontado é insatisfatória, particularmente quando há um elevado grau de incerteza no projeto. Uma maior flexibilidade é necessária, havendo tentativas de aplicação de Análise de Opções ou busca pelo uso de alguns modelos híbridos. Entretanto na prática, têm-se encontrado muitas limitações na sua aplicação e alguns estudiosos recomendam que sejam privilegiados parâmetros de avaliação qualitativos (Cooper *et al*, 1998; Farrukh *et al*, 2005).

Uma metodologia consistente para a gestão da fase inicial do processo de inovação tecnológica, o gerenciamento de idéias e projetos embrionários, deve ser bastante flexível para não inibir ou limitar o fluxo criativo, i.e., deve estimular a aceitação ao risco e a busca por novos projetos dominantes, novos negócios e mercados. A expectativa de retorno financeiro deve ser projetada para um universo de longo prazo, sendo contemplada em etapas posteriores do processo de inovação.

De um modo simples, a contribuição almejada por este trabalho é a proposição e o desenvolvimento de uma metodologia de fácil aplicação, que ajude na seleção, avaliação e priorização de uma carteira de projetos tecnológicos inovadores. Pretende-se também colaborar para a criação de um sistema de gestão que facilite o desenvolvimento e o acompanhamento de projetos de P & D de maior risco e recompensa, ou seja de inovações radicais.

Para a proposição desta nova ferramenta de gestão, foi executada uma extensa pesquisa em literatura especializada, no intuito de analisar e explicitar o referencial teórico. Foi avaliado o contexto de inovação na Petrobras e a função tecnologia na atual conjuntura brasileira. O próximo passo foi fazer uma análise crítica das ferramentas e critérios de seleção comumente aplicadas na análise de um *portfolio* de projetos de P&D, para então se propor a nova metodologia.

Espera-se também que esta nova ferramenta contribua para a mitigação do "dilema do inovador" estudado e postulado por Christensen (2000). Este estudioso afirma que, se uma empresa escutar somente a demanda de seus clientes, tenderá a se concentrar na melhoria incremental da qualidade de seus produtos, negligenciando novas tecnologias e mercados. Um produto deve ser visto como uma solução tecnológica transiente para a satisfação do consumidor. As tecnologias atuais são meras contribuintes de uma solução tecnológica dominante, mas não representam uma referência para futuras soluções (Chiesa, V., 2001). Há uma grande dificuldade para as empresas de sucesso, que atuam com excelência, num ambiente em que uma determinada arquitetura ou projeto dominante se estabeleceu, produzirem inovações ou novos padrões para o seu negócio (Christensen e Overdorf, 2000; Miller, 2001).

Pretende-se, também, realçar a importância de temas ligados à **gestão da inovação**, pois para aqueles que privilegiam um enfoque empresarial eminentemente financeiro, cabe lembrar que *Wall Street* atribui cada vez mais valor à inovação, colocando-a como o fator determinante para o crescimento da receita das empresas, garantindo vantagem sobre os concorrentes e agradando aos acionistas. Cerca de 95% dos analistas de mercado, que

responderam a uma pesquisa da Arthur D. Little, disseram que as empresas mais inovadoras conseguem um valor maior pelas suas ações em relação a média de seu setor (Jonash e Sommerlatte, 2001). As empresas deixaram de ser avaliadas apenas por seus ativos físicos e passaram a ser avaliadas por seus ativos intangíveis, na forma de conhecimento e tecnologia, o que influencia sobremaneira o seu valor de mercado (Miller e Morris, 1999).

A seguir a está introdução, no Capítulo 2, é discutida a conceituação de inovação e inovação tecnológica, os tipos de inovação e a classificação quanto ao grau de inovação. São descritas as etapas do processo de inovação tecnológica, bem como discutidos os modelos de Dinâmica da Inovação convencionais e o modelo que é comumente aplicado em países em desenvolvimento. Complementando este referencial teórico, é discutida a inserção da inovação na estratégia organizacional e sua integração com as competências essenciais e a aprendizagem organizacional.

A importância da inovação para o setor petróleo e energia, mais explicitamente para a Petrobras, é apresentada no Capítulo 3. O macro-ambiente de negócios e o ambiente-tarefa deste segmento são discutidos, bem como é tratado o processo de gestão da inovação nesta empresa, via seus Comitês Tecnológicos Estratégicos e Operacionais. É descrito o Sistema Tecnológico Petrobras e a relevância da função tecnologia, cuja gestão está a cargo do seu Centro de P&D, o Cenpes. É discutido o Capital Intelectual desta organização, ou seja, seus processos, sua relação com clientes e parceiros e o seu capital humano. A seguir, passa-se do contexto empresa para um mais amplo, em que é analisada a função tecnologia na atual conjuntural brasileira. É discutido o baixo grau de tecnologia dos produtos da pauta das exportações brasileiras, o nível primário do Sistema Nacional de Inovação e a recente preocupação do governo brasileiro em criar políticas públicas que gerem recursos e estimulem a inovação.

No Capítulo 4, é abordada a complexidade da gestão da inovação, as dimensões da inovação: pessoa, cultura, processo e infra-estrutura. A dificuldade de uma organização gerir suas idéias e concretizá-las em projetos inovadores promissores. É discutido como é

feita atualmente a gestão da carteira de projetos de P&D na Petrobras, bem como discutidas outras abordagens mais recentes para a gestão de P&D e I, como a análise de opções e os *roadmaps*.

O Capítulo 5 discute a metodologia e critérios praticados na avaliação de uma carteira de projetos de P&D. A técnica de Fluxo de Caixa Descontado comumente aplicada para avaliar a relevância e o risco de um projeto, bem como a técnica de Análise de Opções para selecionar opções que competem entre si. São apresentadas também ferramentas que se baseiam numa análise de árvore de decisão, considerando o fluxo de receitas do projeto e a probabilidade de sucesso tecnológico e comercial, como a técnica de Valor Comercial Esperado. Entretanto todos estes métodos financeiros esbarram numa dificuldade, quando estamos numa etapa incipiente de um projeto inovador, a precisão dos dados. Algumas técnicas qualitativas e métodos híbridos também são abordados. *Roadmap* tecnológico e julgamento de especialistas são adotados também para valorar tecnologias em decisões de investimentos. É relatado o caso da carteira de projetos de um Programa Tecnológico do Cenpes e discutida a efetividade da aplicação destas metodologias, ou seja, se esta busca por critérios numéricos e racionais, usando dados tão primários, em realidade, não serve apenas para dar um conforto ao gestor, criando uma ilusão de controle. Finalmente é apresentada a nova proposta para a gestão de uma carteira de P&D e I e sugerido que se crie uma nova metodologia para a seleção e priorização de projetos inovadores incipientes.

No Capítulo 6, são apresentadas as premissas facilitadoras à inovação, tais como: a gestão do *portfólio* de projetos; o suporte da alta gerência; a capacitação e aprendizagem organizacional; o trabalho em equipe; a tolerância ao risco; e a cidadania organizacional. Em seguida é feita uma análise crítica dos critérios preferencialmente adotados na avaliação de uma carteira de projetos de P&D, face às citadas premissas e a discussão realizada no capítulo anterior sobre a inadequação dos métodos financeiros em prática. São discutidos os paradigmas existentes da gestão da inovação e as novas abordagens que deverão prevalecer, caso se pretenda coordenar, motivar e gerir uma organização de modo a torná-la um celeiro de inovações.

A proposição de uma nova metodologia para avaliação de projetos inovadores incipientes é feita no Capítulo 7, tomando por base as premissas facilitadoras à inovação, a análise crítica dos critérios de avaliação comumente utilizados e os novos paradigmas da gestão da inovação. É sugerida uma Matriz de Seleção baseada em dois grandes fatores "Sustentabilidade" e "Potencial de Criação de Vantagem Competitiva", sendo detalhados os novos critérios de seleção e sua pontuação. É essencial que o fórum que aplique esta nova metodologia tenha visão prospectiva, sistêmica e plural, portanto é proposto o perfil profissional de seus integrantes, bem como levantados cuidados organizacionais que devem ser tomados para uma atuação efetiva deste fórum

No Capítulo 8, é feita uma análise da adequação da nova metodologia proposta, tomando-se como exemplo, o caso do projeto "Síntese de Zeólita tipo ZSM-5", que fez parte da carteira de projetos da antiga Divisão de Catalisadores do Cenpes e que, na época de sua proposição, era um projeto inovador incipiente. À continuação é feita a análise da extensão da aplicabilidade da metodologia proposta, bem como são propostas algumas possibilidades de aprimoramento.

Finalmente, no Capítulo 9, são apresentadas as conclusões gerais da tese e recomendações para a sua aplicação, além de serem sugeridas possíveis linhas de estudos complementares.

Capítulo 2 – Conceituação, Classificação, Modelos de Dinâmica da Inovação e a Estratégia Organizacional

2.1 – Conceituação de Inovação

Há muitas definições de inovação, mas basicamente inovar é colocar em prática uma idéia antes dos concorrentes e explorá-la com sucesso. Segundo Simantob & Lippi (2003) "é uma iniciativa, modesta ou revolucionária, que surge como uma novidade para a organização e para o mercado e que, aplicada na prática, traz resultados econômicos para a empresa".

Em 1934, Schumpeter (1961) foi um dos primeiros autores a desenvolver o conceito de inovação de modo abrangente, definindo-a como:

- introdução de um novo bem, cujos consumidores ainda não estejam familiarizados;
- introdução de um novo método de produção e que tenha sido gerado a partir de uma nova descoberta científica ou um novo método de tratar comercialmente uma *commodity*;
- abertura de um novo mercado em que uma área específica da indústria não tenha penetrado, independentemente do mercado já existir;
- a conquista de uma nova fonte de suprimento de matéria-prima ou bens parcialmente manufaturados;
- o aparecimento de uma nova estrutura organizacional em um setor.

Há uma gama enorme de percepções e significados complementares que mostram distintas visões sobre o tema inovação. Destacaremos as citações de alguns autores importantes:

- "A inovação pode ser vista como um processo de aprendizagem organizacional.", por Bell e Pavitt (1995) da Universidade de Sussex;
- "Inovação é uma nova idéia que, implementada com sucesso, produz resultados econômicos.", por Ernest Gundling (2000) da 3M;

- "Inovação é a busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos e novas técnicas organizacionais.", por Giovanni Dosi (1988) da Universidade de Pisa;
- "Inovação é um processo estratégico de reinvenção contínua do próprio negócio e de criação de novos conceitos de negócio.", por Gary Hamel (2000) da Strategos;
- "Inovação é o ato de atribuir novas capacidades aos recursos existentes na empresa para gerar riqueza.", por Peter Drucker (1993) da Universidade de Claremont;
- "Inovação é o resultado de um esforço de time", por Thomas Kelley (2001) da IDEO.

A Lei da Inovação brasileira, recentemente promulgada, conceitua a inovação como: "Introdução de novidade ou aperfeiçoamento produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços ou na melhoria substancial destes.".

2.2 – Tipos de Inovação

O Fórum de Inovação da Escola de Administração de Empresas de SP, da Fundação Getúlio Vargas, classifica de modo abrangente os tipos de inovação (Simantob, 2003). São divididos em quatro quadrantes:

- Inovação de produtos e serviços – desenvolvimento e comercialização de produtos ou serviços novos, fundamentados em novas tecnologias e vinculados à satisfação dos clientes;
- Inovação de processos – desenvolvimento de novos meios de produção ou de novas formas de relacionamento para a prestação de serviços;
- Inovação de negócios: desenvolvimento de novos negócios que forneçam uma vantagem competitiva sustentável;
- Inovação em gestão: desenvolvimento de novas estruturas de poder e liderança,

A inovação pode ocorrer no design, no produto, no processo de produção, na técnica de marketing, no serviço agregado ao produto, no modo de comercialização, no serviço prestado ao cliente, na gestão da cadeia de valor, na relação com fornecedores e clientes. É

essencial que a inovação atenda a uma necessidade ou desejo do consumidor, de modo a efetivamente criar valor.

2.3 – Conceituação de Inovação Tecnológica

A complexidade do processo de inovação e o modo variado como esta acontece, em diferentes tipos de empresas e indústrias, dificulta sua precisa definição, sendo necessário adotar uma determinada convenção para bem explicitá-la. O foco deste trabalho é direcionado para as inovações tecnológicas e toma-se como base a definição adotada pelo Manual de Oslo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (1996), que delimita o seu universo a:

> "Inovações tecnológicas de processo e produto (TPP) que compreendem novos produtos e processos tecnológicos implementados e melhorias tecnológicas substanciais em produtos e processos existentes. A inovação é considerada implementada quando tiver sido introduzida no mercado, inovação de produto ([2]), ou usada em um processo de produção de um determinado bem, inovação de processo. A inovação envolve uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais".

Reiterando **e**ste trabalho de tese de doutorado se desenvolve focado nas inovações tecnológicas.

2.4 – Classificação Quanto ao Nível de Inovação

2.4.1 – Abordagem Schumpeteriana

Seguindo a abordagem de Schumpeter (1942) que enfatizava a destruição criativa, a literatura sobre inovação tecnológica caracteriza os diferentes tipos de inovação em termos de seu impacto na capacitação existente de uma empresa. Considerando este aspecto pode-se classificá-la como:

([2]) o termo "produto" é aplicado de modo a compreender mercadorias e serviços

- Inovação incremental – melhoria do desempenho de um processo, produto ou serviço, objetivando: aprimorar ou expandir a sua aplicabilidade; a redução do consumo energético ou do impacto ambiental no processo de produção ou na aplicação do produto; a redução de seu custo;
- Inovação radical – surgimento de um novo processo ou produto com desempenho, características ou atributos significativamente diferentes que causem impacto no mercado existente, abrindo inclusive oportunidade a novos negócios.

Sob a ótica do caráter contínuo e cumulativo de certas inovações, Freeman (1982) cunhou a expressão "inovações incrementais". Referiu-se a inovações que ocorrem mais ou menos de forma contínua em uma indústria, que não resultam necessariamente de programas de P&D, mas de invenções ou melhoramentos sugeridos por engenheiros, administradores ou clientes da indústria. Em seus estudos, o autor destaca este tipo de inovação, que ocorre, principalmente, em períodos posteriores às chamadas "inovações radicais". Define inovações radicais como descobertas de novos conhecimentos voltados para um resultado prático desejado, envolvendo substanciais riscos técnicos, de custo, de mercado e de tempo. Pode-se fazer uma analogia a curva S de uma tecnologia: o surgimento de uma tecnologia nova, fase embrionária; que sofre uma série de melhorias e aprimoramentos, em sua fase de desenvolvimento; atingindo a fase madura, em que o foco é aumento de escala e redução de custo de produção, até que uma nova inovação radical venha a estabelecer uma nova curva S.

2.4.2 – Henderson & Clark

Há outro tipo de classificação desenvolvida por Henderson e Clark (1990), baseada nos diferentes efeitos competitivos, que é muito adequada para o caso de produtos montados, caracterizados por distintos componentes, tais como: automóveis, computadores, aparelhos de imagem e som, telefones celulares etc. A estrutura de definição da inovação é representada no Quadro 2, em que o eixo horizontal representa a dimensão relativa ao impacto da inovação sobre os componentes, enquanto que o eixo vertical representa o impacto relativo à interligação entre os componentes.

Quadro 2 – Estrutura de Definição da Inovação (Henderson & Clark)

		Principais Conceitos	
		Reforço	**Ruptura**
Interligação entre principais conceitos e componentes	**Mantém**	**Inovação Incremental**	**Inovação Modular**
	Modifica	**Inovação Arquitetural**	**Inovação Radical**

Fonte: Henderson e Clark, 1990, Fig. 1, pág. 12

Nesta estruturação, as inovações incrementais e radicais são pontos extremos para estas dimensões. A inovação radical estabelece um novo projeto dominante. A incremental refina e estende o projeto dominante estabelecido. Além destes, no caso em que se altera somente o principal conceito de uma tecnologia, temos uma inovação modular, pois não alteramos a interligação com os outros componentes. No outro caso, a inovação altera a arquitetura do produto, mas mantém os componentes e seus conceitos principais do projeto inalterados, neste caso temos uma inovação arquitetural.

2.4.3 – Christensen

Recentemente surgiu uma outra forma de classificar as inovações, sugerida por C. M. Christensen (2001) em seu livro *The Innovator's Dilemma*, estas são:

- Inovação sustentativa – proporciona aos clientes existentes a melhoria ou aprimoramento de produtos ou serviços, nos atributos que eles valorizam, podendo ser incremental ou radical;
- Inovação diruptiva – traz uma proposição de valor diferente, introduzindo um conjunto distinto de atributos, tem desempenho inferior nos atributos valorizados pelos clientes existentes e tende a ser usada e valorizada somente em novos mercados, pois agrega novos valores ou atributos. Normalmente é mais simples, mais funcional, mais barata, menor e mais conveniente.

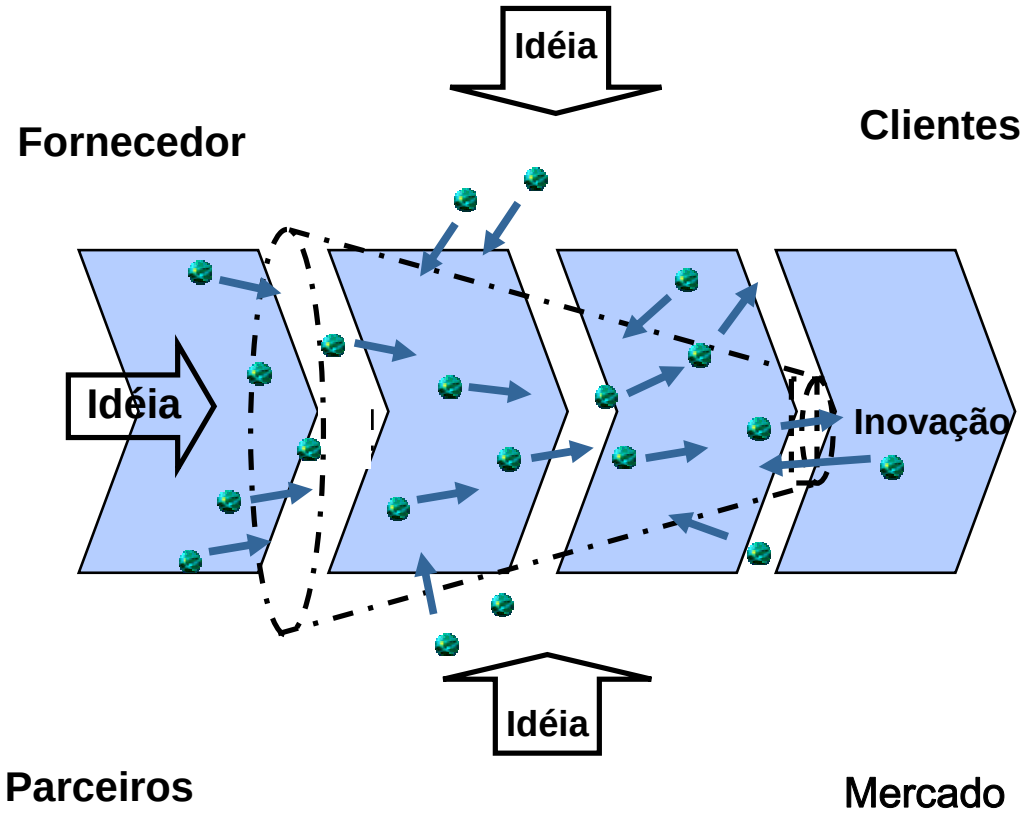
Na visão de Christensen (2001), um engano que as empresas estabelecidas tem cometido é ver o seu desafio na produção de inovações como meramente tecnológico, ou seja, melhorar a tecnologia para atender aos mercados conhecidos. Empresas bem-sucedidas na tecnologia diruptiva percebem o desafio como mercadológico, ou seja, desenvolvem e identificam um mercado que valorize os atributos do novo produto ou serviço.

2.5 – O Processo de Inovação Tecnológica

A inovação geralmente se dá através de um processo um tanto caótico que envolve toda a cadeia produtiva. Tem-se que criar o que não se sabe, o processo é complexo e incerto, como representado no Quadro 3. A idéia original evolui passando pelo estágio de concepção e explicitação, sendo enriquecida através de coleta de dados, troca de informações, verificação do estado da arte e pesquisas bibliográficas. Esta idéia pode ter origem na busca do atendimento de uma demanda evidente do mercado (*market pull*) ou por uma nova oferta de conhecimento (*science push*) (Roberts, 1997), bem como pode buscar atender demandas não explicitadas, gerando novas oportunidades de mercado.

Este aspecto é muito enfatizado por Prahalad e Hamel (1990) que afirmam que a empresa deve atuar na definição das novas regras de competição em seu setor, devendo constantemente definir as novas formas de fazer negócios, criando novos recursos e definindo novos padrões de satisfação do cliente. Miller (2001) também afirma que para as empresas manterem um crescimento sustentável, seu sistema de planejamento estratégico deve contemplar a busca de novos projetos dominantes para cada linha de negócio, ou seja, novos modelos para produto / processo, negócios e mercados.

Quadro 3 – O processo de Inovação Tecnológica



Fonte: Elaboração própria

Uma vez refinada e bem explicitada, a idéia passa ao estágio de experimentação preliminar. Mostrando-se promissora evolui para a etapa de pesquisa, ganhando o corpo de um projeto, no qual serão estudados os principais parâmetros técnicos e sua influência nas

características do processo produtivo e / ou qualidade do produto, visando testar a sua viabilidade técnica. Neste caminho sofre influências, desvios e realimentações, agrega novas informações do marketing, da produção, de parceiros tecnológicos e outros, normalmente se afastando da idéia original. Neste ponto o projeto costuma ser pré-avaliado quanto à sua exeqüibilidade técnica.

Uma vez o projeto se mostrando tecnicamente promissor, entra então na fase de desenvolvimento, sendo confirmados e aprimorados os seus principais parâmetros de processo ou as principais especificações do produto. Se o projeto está na fronteira do conhecimento, na maioria das vezes é necessário ser construída uma unidade de demonstração para testar o processo ou construir um protótipo do produto. Em alguns casos, pode-se executar diretamente uma corrida de demonstração, em uma instalação comercial existente, através de modificações processuais pertinentes.

Neste estágio geralmente o projeto sofre realimentações, realinhamentos e normalmente novos testes são executados para verificar a sua robustez. Ocorrem também vários questionamentos que necessitam ser bem trabalhados e respondidos, com relação à sua exeqüibilidade técnica, seu impacto sobre o meio produtivo existente, segurança industrial, impacto sócio-ambiental e saúde ocupacional. Uma vez sanados os questionamentos críticos, a Engenharia e Finanças executam o estudo de viabilidade técnico-econômica do projeto.

O projeto, mostrando a possibilidade de um bom retorno econômico, entra então numa fase de planejamento e execução. Se a inovação estiver relacionada ao desenvolvimento de um novo processo produtivo, as etapas a serem executadas são: projeto de engenharia básica, projeto de pré-detalhamento, projeto de engenharia de detalhamento, compra de equipamentos, montagem e construção de nova unidade fabril, pré-operação e partida da unidade.

Se a inovação for relacionada ao desenvolvimento de um novo produto, as seguintes atividades deverão ser desenvolvidas: projeto conceitual de engenharia para adaptação do

meio produtivo; criação de padrão de processo e produto; teste de pré-comercialização; projeto de engenharia de detalhamento para a modificação da unidade de produção, projeto de marketing; teste de lançamento do produto no mercado; e comercialização do produto (distribuição e vendas).

2.6 – Modelos de Dinâmica da Inovação

Na busca de uma base teórico-conceitual, recorre-se a um Modelo de Dinâmica de Inovação, o qual seja mais aderente à realidade de uma empresa, como a Petrobras, que dispõe de uma equipe de P & D e de uma equipe de Engenharia Básica. Pode-se eleger o modelo descrito por Kline e Rosenberg (Kline, 1978; Kline e Rosenberg, 1986) que enfatiza as interações entre as diferentes fases do processo, não havendo limites rígidos entre os elementos da cadeia de inovação. A escolha deste modelo está bem justificada num trabalho realizado por Leite (2005) intitulado "Construção do Conhecimento na Indústria do Refino: Modelos de Dinâmica da Inovação", relativo a uma disciplina de Tópico Especial, da Escola de Química da UFRJ, orientada pelo Prof. Peter Seidl, no qual foram abordados modelos lineares de inovação e diferentes modelos complexos de inovação, tais como:

- Modelo de Inovação de 3ª, 4ª e 5ª Gerações (Rothwell, 1994; Miller e Morris, 1999);
- Modelo de Kline & Rosenberg (Kline, 1978; Kline e Rosenberg, 1986);
- Modelo de Utterback (Utterback, 1996);
- Modelo de Nonaka & Takeuchi (Nonaka e Takeuchi, 1997);
- Modelo de Kim - Experiência Coreana (Kim, 1999).

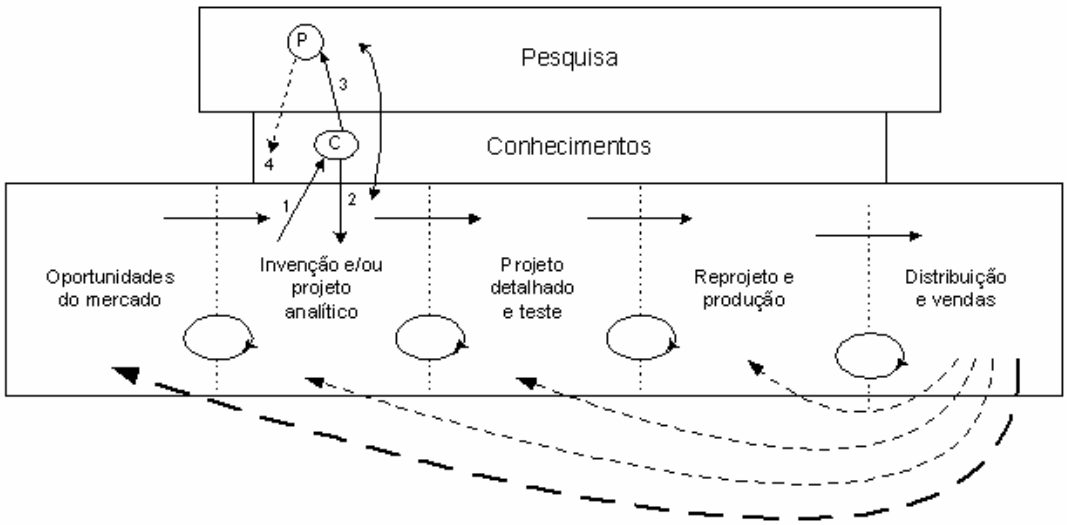
2.6.1- Modelo de Kline & Rosenberg

Kline & Rosenberg desenvolveram um modelo no qual a cadeia de inovação é formada pela vinculação entre as necessidades de mercado, invenção e / ou projeto analítico, projeto detalhado e teste, re-projeto e produção, distribuição e mercado. Como mostrado no Quadro 4, as linhas interrompidas entre os elementos desta cadeia significam

que estas etapas não possuem limites rígidos, havendo permeabilidade entres elas. As setas cheias dentro da cadeia central mostram o caminho típico e as setas interrompidas, as realimentações essenciais do processo de inovação. Há três tipos de realimentações: as que ocorrem entre os elementos da cadeia, representados pelas setas circulares; os aperfeiçoamentos no produto, que requerem trabalhos em um ou mais estágios ao longo da cadeia, como indicam as setas interrompidas finas; e a vinculação com o planejamento, por meio da avaliação do produto em termos da sua capacidade de alcançar os objetivos mercadológicos, o que é indicado pela seta interrompida grossa.

As setas numeradas de 1 a 4 mostram as típicas interações entre invenção, conhecimento e pesquisa: a seta 1 indica a relação entre a invenção e o conhecimento do setor. Se o conhecimento existente é capaz de prover dados, teorias e conceitos, a informação retorna ao processo de invenção, conforme indica a seta 2. Se isto não for possível em nenhuma fonte de conhecimento existente, torna-se necessário realizar pesquisas, o que é indicado pela seta 3. O retorno da pesquisa pode ocorrer num longo espaço de tempo, por isto é indicado pela seta interrompida 4. Este esquema se repete para as fases seguintes, projeto detalhado e re-projeto, formando vários caminhos de interações que envolvem todos os elementos.

Quadro 4 - Modelo de Kline e Rosenberg



Fonte: Kline e Rosenberg, 1986, Figura 2, pág. 290

O modelo mostra que a relação entre a pesquisa científica e tecnológica e o processo de inovação se dá em todos os sentidos e com todos os elementos da cadeia. Este modelo embora mais próximo à realidade das inovações, ainda apresenta algumas limitações, pois as atividades são apresentadas independentemente dos agentes e nada transparece sobre a organização interna da empresa inovadora. As inovações de algum vulto, normalmente, requerem uma diversidade de agentes participando de diferentes etapas do processo de inovação.

Além disso, o modelo também não considera o conceito de empresa expandida (Jonash e Sommerlatte, 2001; Miller, 2001), na qual clientes, fornecedores e outros parceiros tecnológicos participam ativamente da cadeia de inovação. É importante a participação destes, pois informações atualizadas de mercado necessitam estar realimentando o processo. Como descreve Rothwell (1994), estas abordagens caracterizaram a Quarta Geração do processo de inovação, onde ocorreu uma supremacia das companhias líderes japonesas, através da integração de sua cadeia produtiva e do desenvolvimento paralelo, bem como a Quinta Geração, onde o acesso ao know-how externo e o envolvimento com usuários líderes (*leading-edge users*) passou a ser essencial (Hippel *et al*, 2002).

Outro aspecto que na época em que o modelo de Kline e Rosenberg foi desenvolvido não se revestia da atual importância, é a pressão da sociedade com respeito à proteção ambiental: as novas leis de preservação do meio ambiente, segurança ocupacional e barreiras técnicas (Antunes e Mercado, 1998; Antunes, 2005).

2.6.2- A Trajetória Tecnológica de Países em Desenvolvimento: da operação à inovação

Um trabalho antigo de Kim (1980) cita que o processo de desenvolvimento industrial pode ser modelado em três estágios: implantação; assimilação; e melhoramento. Segundo o autor, a participação de uma instituição de P&D é muito importante ao longo do processo, pois esta executa funções de consultoria, no estágio de implantação, de

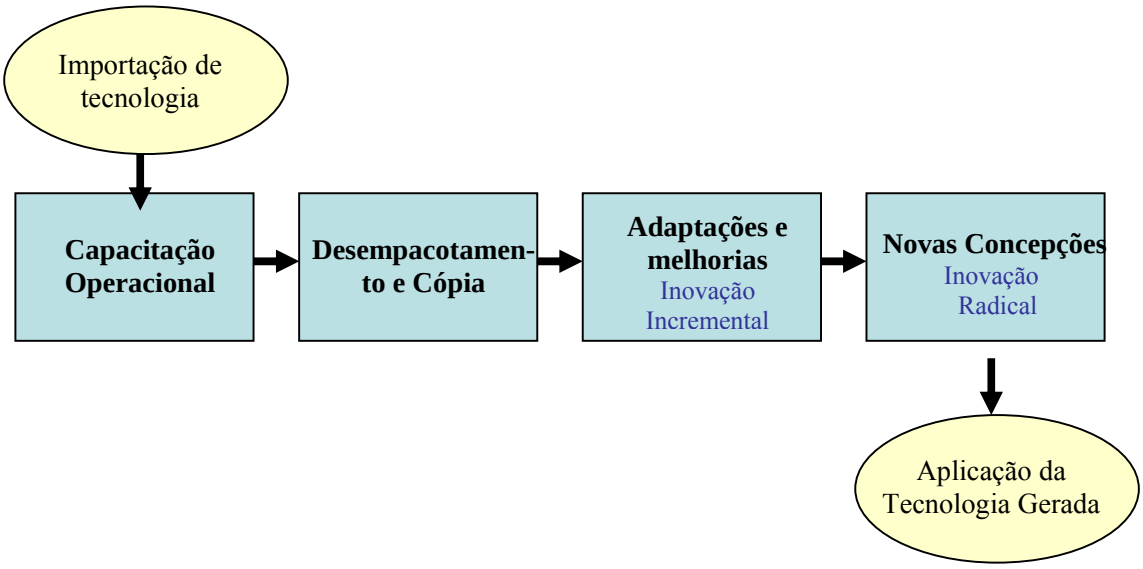
desenvolvimento adaptativo, no de assimilação e, finalmente, de P&D, sua atribuição mais nobre, no estágio de melhoramento.

Leitão (1985), estudando a trajetória de aprendizado tecnológico no refino brasileiro, argumenta que nos países de industrialização tardia, o processo de inovação tecnológica se baseia mais na inovação incremental, que resulta na adaptação de tecnologias existentes às novas condições de mercado e matéria-prima. Isto ocorre até que se atinja um nível de capacitação que se possa enveredar pelo caminho das inovações radicais. Muitas vezes esta condição não é atingida, pois as empresas de países periféricos se posicionam no mercado de modo acanhado, explorando vantagens competitivas como matéria-prima e mão-de-obra mais barata, não procurando agregar conhecimento ao seu negócio.

Sanjaya Lall (1980 e 1982) analisa a situação na Índia, concluindo também que os países em desenvolvimento são, claramente, imitadores e adaptadores de tecnologia, em lugar de inovadores. O processo de aprendizado é por ele classificado em três níveis: elementar – aprendizado operacional e pequenas adaptações; intermediário – cópia e aperfeiçoamento de processo e produto; e avançado – compreendendo os projetos integrados e a inovação.

Estes autores corroboram com um modelo que se inicia com a importação de uma tecnologia e a busca de capacitação ao nível operacional, de modo a se produzir eficientemente. Depois o processo segue a sua evolução, normalmente passando pelos estágios de imitação e cópia, adaptação e melhoria, até chegar à geração de novas concepções tecnológicas, ou seja, à inovação. Este caminho foi também plenamente percorrido pela Petrobras, na área de refino, no que tange, por exemplo, ao desenvolvimento da tecnologia de Craqueamento Catalítico Fluido (Leite, 2005). O Quadro 5 apresenta a rota de desenvolvimento, normalmente praticada pelos países em desenvolvimento.

Quadro 5 - Trajetória Tecnológica nos Países em Desenvolvimento



Fonte: Elaboração própria

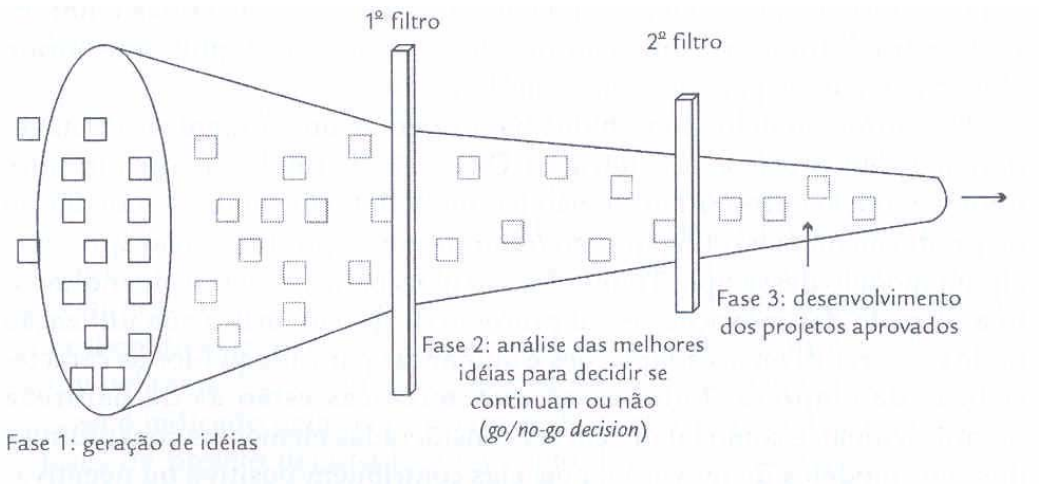
2.6.3- Modelo Prescritivo de Clark & Wheelwright

A fim de ser melhor entendido o sistema de gestão de P&D existente na Petrobras, é apresentado, de modo breve, o modelo conceitual de inovação de Clark e Wheelwright (1993). É um modelo prescritivo criado com vistas a orientar as etapas do processo de inovação, auxiliando as empresas em seu processo de gestão. Tal modelo se baseia na necessidade de gerar idéias em quantidade para atingir a qualidade. Quanto mais idéias melhor para selecionar aquelas mais apropriadas aos objetivos da empresa, levando em consideração as limitações em termos de recursos, prazos, mercados etc.

Como apresentado no Quadro 6, é o modelo do funil da inovação, pois as idéias evoluem passando por filtros onde são analisadas e selecionadas segundo critérios pertinentes até se tornarem projetos empresariais a ponto de serem implantadas com êxito. Cada fase do funil exige diferentes posturas gerenciais, por exemplo, uma elevada tolerância às falhas é importante para estimular a geração de idéias. Em etapas posteriores

quando da alocação de recursos significativos para as idéias selecionadas, esta tolerância é significativamente reduzida.

Quadro 6 - Modelo Prescritivo (Funil da Inovação)



Fonte: Clark e Wheelwright, 1993, pág. 306

Este tipo de modelo descreve mais a atuação gerencial ao longo do processo de inovação, exercendo seu papel de tomador de decisão em relação ao futuro do projeto. Não é um modelo representativo das diversas atividades e etapas de um processo de inovação, portanto na análise desta proposta de tese é considerado como um modelo complementar.

2.7 – Inovação no Contexto da Estratégia Organizacional

Dentre as escolas de estratégia organizacional, duas são consagradas por sua disseminação na literatura especializada, destacando-se por sua abordagem e complementação. Numa o foco é o mercado-tarefa em que a empresa atua, onde o campo de análise é a indústria, centrando-se na competição de seus produtos, quer seja por baixo custo quer seja por diferenciação, cujo principal mentor é Michael Porter. Considerando os aspectos externos à organização, Porter (1980) criou uma ferramenta de análise, baseada no que chamou de cinco forças do mercado: supridores, concorrentes, compradores, novos entrantes e substitutos. A outra escola é da visão baseada em recursos (*resource based view*) - RBV, cujas raízes intelectuais podem ser buscadas em Penrose (1959) (Kor &

Mahoney, 2004), mas que veio a ser consagrada, passando a se incorporar ao vocabulário próprio dos administradores e dirigentes, a partir da publicação do artigo "Competências essenciais da Corporação" (*The Core Competence of the Corporation*) de Prahalad e Hamel (1990). Estes estudiosos se voltaram para os aspectos internos à organização e introduziram o conceito de competência essencial, hoje amplamente difundido, atribuindo à tecnologia um papel fundamental para o sucesso das empresas. A tecnologia passou a ser considerada de um modo distinto, deixando de ser um recurso definido de forma ampla e cuja importância era determinada por seu suporte à missão corporativa, para ser vista como uma fonte específica de diferenciação.

No ambiente de inovação a relação entre as competências estratégicas, o gerenciamento da inovação e o aprendizado organizacional ganham força, o que Joe Tidd (2006) refere-se como o "ciclo de competência". Primeiramente é necessário ser capaz de identificar as competências essenciais para a organização. Em segundo lugar, traduzir estas competências em novos processos, produtos e serviços e finalmente deve-se aprender através de projetos bem e mal sucedidos, usando esta experiência para melhorar as competências existentes na organização, ou desenvolver novas competências. Há basicamente três perguntas a serem respondidas:

- Como são identificadas e medidas as competências essenciais?
- Como estas competências são traduzidas em novos produtos, serviços e processos?
- Como uma organização adquire novas competências?

Estas três atividades, ou três processos, devem ser combinados e cuidadosamente geridos de modo a promover as inovações, o que se chama de "ciclo de competência", representado no Quadro 7.

Quadro 7 – O Ciclo de Competência

Fonte: Tidd, 2006, Figura 1.1, pág. 7

As competências essenciais devem ser identificadas e trabalhadas no desdobramento do PE da empresa. Como atualmente o mercado e o cenário de negócios são muito mutáveis, em grande parte devido à introdução de inovações tecnológicas, o PE de longo prazo tem cedido espaço para estratégias emergentes, de modo a lidar com as situações inesperadas e estabelecer planos de contingências para enfrentar as incertezas. A inovação é cada vez mais dependente de um conjunto de competências, requerendo um elenco multidisciplinar de habilidades. Pode-se dizer que é na maioria das vezes "multi-tecnológica". Isto traz um dilema para as empresas na identificação e seleção de suas competências essenciais, perdendo o foco, pois poucas empresas são capazes de construir uma liderança em mais de cinco ou seis competências fundamentais (Prahalad e Hamel, 1990).

As empresas necessitam concentrar recursos e esforços em competências fundamentais e diferenciadoras, que lhe proporcionem boas vantagens competitivas. Principalmente as grandes empresas, que atuam em um largo espectro de atividades e somente algumas competências são verdadeiramente distintivas. Obviamente em uma série de áreas auxiliares e de apoio é necessário desenvolver competências complementares e de suporte (*background competence*) de modo a habilitar e tirar proveito de associações externas, de subsistemas, de materiais e processos de produção (Grandstrand *et al*, 1997). Por conseguinte, é necessário distinguir entre as competências específicas de uma organização, baseadas na acumulação de conhecimento e experiências que a diferencia, daquelas capacitações e ativos complementares, de modo a desenvolver ferramentas, metodologias e processos que permitam à organização atingir a inovação.

Outro aspecto importante para a viabilização de inovações é a capacidade de aprender da empresa. É utilizar a capacitação obtida para ampliar e adquirir novas competências. Neste domínio, Peter Senge (1990) afirma que para uma empresa se tornar uma *learning organization* deve incorporar as cinco disciplinas de aprendizagem. Essas são:

- domínio pessoal – expandir as capacidades pessoais para obter os resultados desejados e criar um ambiente empresarial que estimule todos os participantes a alcançar as metas escolhidas;
- modelos mentais – consistem em refletir, esclarecer e melhorar a imagem que cada um tem do mundo, a fim de verificar como moldar atos e decisões;
- visão compartilhada – o engajamento do grupo em relação ao futuro que se busca e a elaboração de princípios e diretrizes que viabilizarão esse futuro;
- aprendizado em equipe – desenvolver aptidões coletivas ligadas ao pensamento e à comunicação, de modo que grupos possam desenvolver inteligência e capacidades maiores que a soma dos talentos individuais;
- pensamento sistêmico - é criar uma forma de analisar e uma linguagem para descrever e compreender as forças e inter-relações que modelam o comportamento dos sistemas.

Esta quinta disciplina é que permite mudar os sistemas com maior eficácia e agir mais de acordo com os processos do mundo natural e econômico. Este é o conceito fundamental do livro "A Quinta Disciplina" de Senge (1990), que se baseia na teoria de sistemas, cuja principal vantagem é considerar e englobar o todo, buscando o inter-relacionamento entre as partes, o que incentiva a integração das disciplinas.

Já a visão de Huber (1991) identifica quatro estágios ligados à aprendizagem, os quais são:

- aquisição de conhecimento;
- distribuição de informação;
- interpretação da informação;
- e memória organizacional..

As organizações adquirem conhecimento por experiência, experimentação ou aquisição de terceiros. Dentre estes modos, a aprendizagem por experiência parece ser a menos efetiva, pois na prática as organizações não traduzem facilmente experiência em conhecimento (Huber, 1996). A experimentação é uma abordagem mais sistemática, pois tem como principal fonte as atividades formais de P&D, de pesquisa de mercado e alianças organizacionais. O uso de alianças como forma de aprendizado é menos comum, requer a intenção de usá-las como oportunidade de aprendizado, necessitando de boa receptividade ao *know-how* externo ([3]) e uma relação transparente com os parceiros (Hamel, 1991).

A maioria dos estudos sobre aprendizagem organizacional se preocupa com a aquisição de conhecimento e, em grau menor, com o compartilhamento ou disseminação do conhecimento adquirido – a codificação e a transferência de conhecimento. Isto resulta num problema, pois as organizações raramente sabem o que elas sabem. O conhecimento tácito não é facilmente imitado pelos competidores, pois não é totalmente codificado, mas pelas mesmas razões não está totalmente visível aos membros das organizações. Isto prejudica a sua ampla aplicação e a busca de sinergia.

([3]) No caso de alianças ou aquisição de conhecimento externo, especial atenção deve ser dada a síndrome do *not-invented-here*, pois é comum, em empresas de cultura forte, uma reação ao conhecimento e às idéias exógenas.

Huber (1991) explicita também a importância do processo de assimilação – a interpretação da informação, o modo que o novo conhecimento é incorporado pela organização. Sendo fornecidas as mesmas informações, adotados os mesmos procedimentos e cuidados na transferência do conhecimento, duas empresas do mesmo setor assimilariam e utilizariam este conhecimento de modo distinto. A aprendizagem é um processo dependente do conhecimento acumulado, quer seja tecnológico, quer seja mercadológico-comercial (Dosi, 1988; Tidd *et al*, 1997; Teece *et al*, 1997, Pavitt, 2003) altamente influenciado pela experiência e práticas operacionais e gerenciais de uma organização, além da cultura e valores que a permeiam. Um conhecimento ao ser transferido sofre variações em sua assimilação e utilização. Quando o conhecimento se torna institucionalmente disponível e não mais propriedade de determinadas pessoas ou grupos e é efetivada a sua aplicação, pode-se dizer então que passou a compor a "memória organizacional".

A maneira que a assimilação e a utilização se efetivam na organização é determinante para que a evolução deste novo conhecimento venha a gerar posteriormente uma inovação. Argyris e Schon (1978) dão ênfase à aprendizagem em dois *loops* e Senge (1990) à aprendizagem geradora (*generative learning*), sendo o foco destes teóricos a aprendizagem necessária para fazer mudanças de transformação - mudanças de suposições básicas - que as organizações necessitam no ambiente volátil e competitivo.

O contexto da inovação se expandiu, relacionando-se às competências essenciais e ao aprendizado organizacional, necessitando ser tratado num universo mais amplo. Este capítulo visa identificar o arcabouço teórico referencial, em que se insere esta tese, estando em concernência com a visão baseada em recursos - RBV. Uma vez apresentadas a conceituação, a classificação, os modelos de dinâmica da inovação e discutido o papel da inovação na estratégia organizacional, no próximo capítulo será mostrada a importância da inovação para o setor petróleo e gás, particularmente a necessidade de inovações tecnológicas para Petrobras.

Capítulo 3 – Inovação na Petrobras

3.1 - A Importância da Inovação para o Setor Petróleo e Energia

As empresas que atuam no setor de petróleo e gás têm lidado ao longo de sua existência com inúmeros desafios no seu ambiente de negócio, os quais para vencê-los necessitam buscar soluções inovadoras. Vale lembrar que, no final da década de 60, previa-se a extinção das reservas de petróleo para o ano de 2004. Hoje esta barreira foi deslocada para além de 2050, graças ao desenvolvimento de diversas tecnologias na área de exploração, perfuração e produção de petróleo. Entretanto devido ao maior nível de conhecimento, aumento da consciência holística e da cidadania, outros desafios foram surgindo, como os que hoje se impõem em relação ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

Com dez anos de existência, em 1963, a Petrobras criava o seu Centro de P&D, o Cenpes. Desde bem jovem, a empresa teve visão prospectiva e sentiu que, para ser um participante relevante em sua área de atuação, necessitaria de criar conhecimento e soluções para seus desafios. Para desfrutar de autonomia na condução de seus negócios, adotou a política de desenvolver tecnologia própria, quando as tecnologias disponíveis no mercado não eram adequadas ou inexistiam para fazer face aos seus desafios empresariais. Além disso, estabeleceu um processo de gestão de tecnologia integrado, o qual tem respondido a demandas relevantes, tais como:

- o desenvolvimento de tecnologia para a produção de petróleo em águas profundas, devido à característica de formação geológica das bacias sedimentares brasileiras, em que as grandes reservas se encontram em profundidades superiores a 600 m de lâmina d'água (Assayag *et al*, 1997; Salies, 2003) ;
- e a adaptação do parque de refino para o processamento competitivo deste petróleo, que é de natureza mais pesada e contém alguns componentes peculiares, que dificultam o seu processamento, pois o parque industrial brasileiro foi concebido para operar com óleos importados mais leves (Fusco *et al*, 2000; Leite, 2000; Leite *et al*, 2002).

A seguir são apresentados os desafios empresarias do macro-ambiente de negócios e do ambiente-tarefa, que incitam as empresas de petróleo e gás a desenvolverem inovações tecnológicas, no intuito de se perpetuarem através do aumento de sua competitividade e rentabilidade.

3.1.1 – O Macro-Ambiente de Negócios

O macro-ambiente de negócios é caracterizado por:

- Mercado globalizado – concentração de capital e recursos para atuar como um *player* internacional;
- Contexto dinâmico de competição – as empresas precisam atender, simultaneamente, às demandas por eficiência, qualidade, flexibilidade, agilidade;
- Inovação contínua – processo de inovação tecnológica como um processo de negócio;
- Desenvolvimento Sustentável – forte pressão sócio-ambiental, requerendo um equilíbrio entre os aspectos de natureza econômica, social e ambiental. Legislações muito mais restritivas quanto ao meio ambiente, segurança e saúde ocupacional;
- Consumidor consciente e exigente - especificações mais rígidas dos produtos e aumento de barreiras técnicas;
- Responsabilidade Social – maior transparência nos negócios, análise do impacto social das atividades produtivas;
- Novos negócios – novas arquiteturas e novos padrões de negócios.

3.1.2 - Ambiente-Tarefa

O ambiente de atuação de uma empresa de petróleo e gás caracteriza-se por:

- Diversificação - as empresas ampliaram seu mercado de atuação, transformando-se em empresas de energia e expandindo seu *portfólio* de produtos atuando do modo integrado nas áreas petroquímica, química e novos materiais;
- Busca de novas fronteiras exploratórias;

- Qualidade decrescente dos petróleos: mais alto teor de enxofre, mais pesados etc;
- Forte pressão sócio-ambiental (combustíveis verdes, emissões zero, transparência nos negócios);
- Exigência de maior qualidade dos combustíveis;
- Busca por processos de baixo consumo energético, redução de gases do efeito estufa;
- Redução acentuada de emissões e despejos, reciclagem de correntes;
- Novos combustíveis: bio-combustíveis, GTL, DME, hidrogênio etc;
- Custos crescentes dos projetos e serviços de engenharia e dos equipamentos (custo do aço etc).

3.2 – O Desenvolvimento de Inovações Tecnológicas na Petrobras

O Centro de Pesquisa & Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello, o Cenpes, é o órgão responsável pela função tecnologia da Petrobras. Atua como um Centro de Pesquisa & Desenvolvimento & Engenharia (P&D&E) cativo da empresa. Localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Ilha do Fundão, sua missão é "Prover e antecipar soluções tecnológicas, com visão de inovação e sustentabilidade, que suportem o sistema Petrobras". Tem como visão "Ser símbolo de excelência em tecnologia na indústria do petróleo e energia". Os valores enfatizados são: excelência, criatividade e resultados.

Atua em todas as áreas de atividade da empresa: exploração, produção, refino, petroquímica, produtos, transporte, distribuição, gás, energia e gestão ambiental. Estas atividades abrangem as áreas de negócio da companhia: Exploração & Produção, Abastecimento, Energia e Desenvolvimento Sustentável.

Atualmente, a força de trabalho do órgão compreende cerca de 1960 empregados, sendo que mais da metade são profissionais de nível superior, dos quais aproximadamente um terço tem mestrado ou doutorado (Petrobras, 2007a). Existe ainda um número elevado de profissionais técnicos contratados, que apóiam as atividades executadas no Cenpes.

O que diferencia o Cenpes da maioria das instituições de pesquisa é o seu modelo P&D&E, que integra a atividade de Engenharia Básica à P&D. Isto representa uma contribuição significativa na valorização do Capital Intelectual, na medida em que resulta na pesquisa e no desenvolvimento de soluções harmonizadas com sua aplicação e que recebem *feedback* da área operacional, agilizando e concretizando a cadeia de geração de conhecimento, além de reduzir o tempo de lançamento dos produtos (*time-to-market*) (Tirpak *et al*, 2006). A atuação integrada em P&D&E fortalece o domínio tecnológico em áreas estratégicas e tecnologias críticas para o negócio da empresa (Leite, 2005a).

Os principais produtos do Cenpes são:

- projetos de P&D,
- projetos de engenharia básica,
- assistência técnica e consultoria,
- propriedade intelectual,
- informações técnicas.

A organização do trabalho no Cenpes é matricial para a atividade-fim. A estrutura organizacional apresenta três níveis hierárquicos. Existem as Áreas Tecnológicas, normalmente ligadas às atividades de uma área do conhecimento ou disciplina, que muitas vezes se confundem com estrutura formal, as Unidades Organizacionais, e os Programas Tecnológicos com atuação transversal a esta estrutura. A atuação matricial viabiliza a gestão compartilhada dos recursos pelos Programas Tecnológicos e Áreas Tecnológicas, permitindo maior flexibilidade e agilidade na resposta aos desafios impostos pelo ambiente de negócio. Esta estratégia de atuação colabora para o alinhamento dos recursos às prioridades estabelecidas em conjunto com os clientes.

O investimento da Petrobras em P&D está próximo a 1 % do seu faturamento: normalmente as grandes empresas de petróleo investem aproximadamente 0,5 % de suas receitas. Nesta última década esta companhia investiu, em média, mais que 200 milhões de dólares por ano, sendo que nos últimos três anos o valor aumentou significativamente. Vale

comentar que o nível de investimento vinha se mantendo constante com uma recente tendência a aumentar e que nunca este orçamento esteve à mercê de oscilações do preço de petróleo ou outras variáveis de negócio (Petrobras, 2007a).

O Cenpes é o órgão da Petrobras responsável pela propriedade intelectual da empresa. Em média, nos últimos anos, tem depositado 50 patentes no Brasil e 10 nos EUA. A carteira em andamento atualmente no Brasil conta com cerca de 1000 patentes e pedidos de privilégio de invenção. Possui 130 tecnologias protegidas em 60 países e 283 marcas em 95 países. Há um comitê composto por integrantes de diversos órgãos da empresa que analisam os documentos denominados de "Notificações de Invenção", que são elaborados pelas gerências técnicas no intuito de comunicar uma descoberta científico-tecnológica ou uma oportunidade mercadológica, com vistas a aprovar o seu encaminhamento para a solicitação de patente.

3.3 – O Capital Intelectual

Quando falamos de competências para inovar, estamos falando principalmente do Capital Intelectual da organização, pois os recursos físicos como laboratórios, equipamentos e plantas pilotos, embora importantes, tornam-se inoperantes na ausência de uma gestão eficiente de seus ativos intelectuais (Stewart, 1998; Davenport e Prusak, 1998). O principal processo de gestão da função tecnologia na empresa é o processo de planejamento do Sistema Tecnológico Petrobras, constituído pelo Comitê Tecnológico Petrobras, pelos Comitês Tecnológicos Estratégicos – CTE e pelos Comitês Tecnológicos Operacionais – CTO. Este também é o ativo mais importante do Capital Estrutural do Cenpes e instrumento essencial do Capital Relacional ou do Cliente.

3.3.1 – O Capital Estrutural – Sistema de Gestão Tecnológica da Petrobras

O Sistema de Gestão Tecnológica da Petrobras é formado pelo conjunto dos órgãos da Companhia envolvidos na pesquisa, desenvolvimento, aperfeiçoamento, adaptação e aplicação de tecnologias relacionadas às atividades-fim da empresa. O Cenpes, em

consonância com a filosofia de gestão integrada e compartilhada do sistema tecnológico, promove e coordena o processo corporativo de planejamento estratégico tecnológico. Atualmente o planejamento das atividades de desenvolvimento de tecnologia na Petrobras é feito em três instâncias: duas estratégicas; e outra tático-operacional.

A fase estratégica tem por objetivo definir para onde deve ser conduzida à atividade de P&D. Recentemente foi criado o Comitê Tecnológico Petrobras (CTP), que é a instância estratégica mais elevada, que tem como principais objetivos:

- atuar, no nível corporativo, na identificação, desenvolvimento e acompanhamento de políticas e diretrizes tecnológicas;
- coordenar, no nível corporativo, o monitoramento tecnológico de longo prazo do ambiente externo;
- alimentar o processo de Planejamento Estratégico da Petrobras, por meio da antecipação dos cenários tecnológicos e dos seus eventuais impactos nos negócios;
- promover a integração entre os Comitês Tecnológicos Estratégicos (CTE), atuando de forma complementar a estes fóruns.

Têm assento no CTP os Gerentes Executivos das seguintes áreas: Cenpes (como coordenador); Estratégia e Desempenho Empresarial; Exploração & Produção; Abastecimento; Gás e Energia; Área Internacional; Novos Negócios; SMS (Saúde, Meio Ambiente e Segurança); Engenharia; Materiais; Tecnologia da Informação; Petrobras Distribuidora; e Transpetro.

O Comitê Tecnológico Estratégico, que é a segunda instância estratégica, considera as estratégias de negócio constantes no Planejamento Estratégico da Companhia, as tendências tecnológicas, os sinais de mudança, as competências internas, o impacto competitivo das tecnologias críticas e o posicionamento atual e futuro da empresa nestas tecnologias, frente aos seus concorrentes. Como produto dessa análise estratégica, obtém-se as diretrizes tecnológicas, as posturas estratégicas e as diretrizes de gestão, que servem de balizamento para a escolha da carteira de projetos do Centro de Pesquisas e para o seu gerenciamento.

Há um Comitê Tecnológico Estratégico por área de negócio da Petrobras, ou seja, um para o Abastecimento (COMAB), um para a Exploração e Produção (COMEP) e um para a área de Gás & Energia e Desenvolvimento Sustentável (COMEG). Estes comitês têm como principal objetivo prover soluções tecnológicas com ênfase na inovação e sustentabilidade. Os participantes são os Gerentes Executivos das áreas de negócio da Petrobras, o Gerente Executivo do Cenpes e das Unidades de Serviço da Companhia afetas à tecnologia, além de diretores de empresas subsidiárias. As reuniões destes comitês são realizadas bienalmente com revisões nos anos intermediários.

A operacionalização dos produtos do CTE ocorre no Comitê Tecnológico Operacional, fase tático-operacional cujo objetivo é desdobrar as diretrizes tecnológicas em projetos de P&D, tendo como foco principal o atendimento das demandas das áreas de negócio da Companhia. As orientações neste nível são definidas em reuniões anuais e contam com a participação dos coordenadores de Programa e de Áreas Tecnológicas, coordenadores de projeto, consultores técnicos e gerentes do Cenpes, bem como com a participação dos clientes, os gerentes das Áreas de Negócio e das Unidades de Serviço da Companhia, além das empresas subsidiárias.

O processo do CTO ocorre anualmente para cada Programa e Área Tecnológica. Este processo foi todo automatizado, passando a receber o nome de "CTO *on line*". O levantamento das demandas tecnológicas é executado continuamente, através do contato permanente entre o órgão de P&D e as demais áreas da Companhia, e o monitoramento tecnológico também, através dos consultores técnicos e das Redes de Inteligência Tecnológicas, precedendo o processo do CTO, que é mostrado no Quadro 8.

Uma vez ao ano é declarado aberto o "CTO *on line*" e iniciada a etapa de recolhimento das propostas de novos projetos. O Coordenador do Programa Tecnológico ou da Área Tecnológica gerencia todo o processo escolhendo os avaliadores técnicos e gerenciais e enviando as propostas para análise. Os avaliadores técnicos fazem comentários a respeito da adequabilidade e qualidade das mesmas e retornam para o Coordenador do CTO. Os gerentes verificam a coerência com a estratégia, fazem comentários sobre os

projetos e executam a avaliação da atratividade do projeto. O Coordenador do CTO, de posse das avaliações realizadas, rejeita ou dá andamento à proposta para a priorização final.

Quadro 8 – O Fluxo do Processo do Comitê Tecnológico Operacional

Fonte: Elaboração Própria

Na Reunião Técnica do CTO são apresentadas as propostas dos projetos, discutidas as avaliações realizadas, principalmente quando há uma disparidade grande entre as notas dos avaliadores. Após consolidação é gerado o ordenamento dos novos projetos aprovados. São apresentados os projetos da carteira em andamento e discutido o seu progresso. Inicia-se então a etapa de priorização final da carteira de projetos do Programa ou Área Tecnológica, considerando a carteira de projetos existente e os projetos recém aprovados. O produto desta reunião é a priorização da carteira de projetos e emissão de diretrizes tático-operacionais para o seu bom andamento.

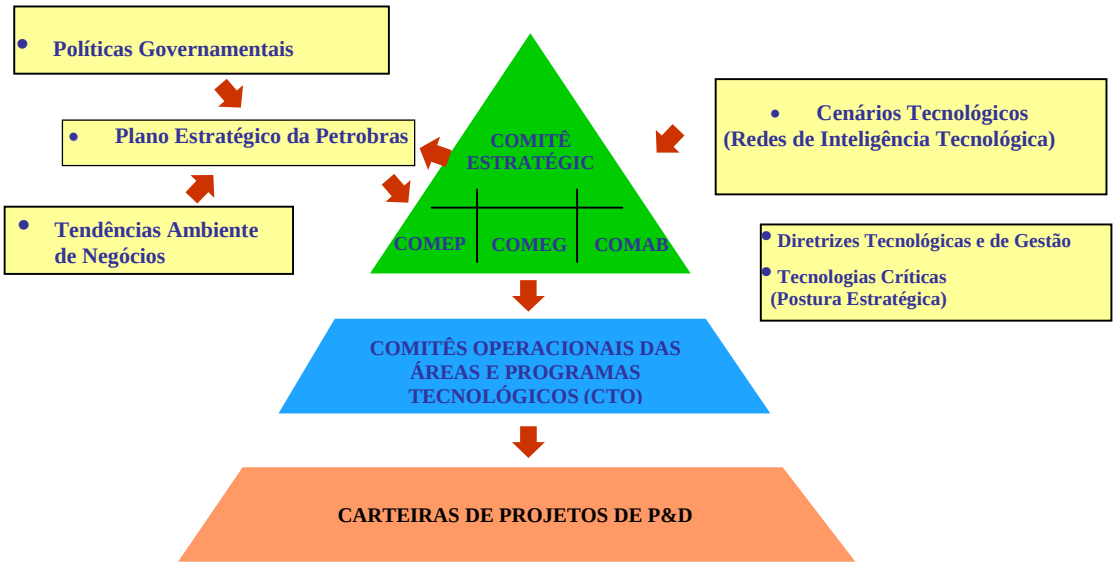
Posteriormente, ocorre a Reunião Gerencial, na qual é referendada ou revisada a carteira final e feito um balanço do andamento do Programa ou Área Tecnológica. Procede-

se então a divulgação da carteira de projetos, que norteará a alocação dos recursos de P&D na Companhia por um período de um ano.

São realizadas periodicamente reuniões de acompanhamento da carteira de projetos de cada Programa ou Área Tecnológica, onde são apresentados os principais resultados e produtos, feito o controle da execução física e orçamentária, avaliado o esforço de divulgação e discutidos problemas e oportunidades. A periodicidade é variável, mas normalmente estas reuniões têm uma freqüência semestral.

O processo de planejamento do Sistema Tecnológico Petrobras, que apresenta a configuração mostrada no Quadro 9, até então tem sido bem sucedido e muito contribuiu para a superação dos desafios tecnológicos da empresa e para a reputação que o Cenpes goza hoje junto à comunidade de ciência e tecnologia no país e no exterior (Leite, 2006).

Quadro 9 - Processo de Planejamento do Sistema Tecnológico Petrobras



Fonte: Cenpes – Sistema Tecnológico Petrobras, 2007a

Atualmente, o Cenpes está elaborando o seu Planejamento Estratégico até o horizonte de 2030 e discute a pertinência deste sistema que, bem ou mal, se baseia no funil da inovação. Este poderá não mais funcionar a contento numa organização de pesquisa que deseja mudar seu foco da rentabilidade para a sustentabilidade. Bem como pretende gerar inovações numa intensidade maior que a de sua série histórica. Principalmente a metodologia aplicada no fórum do CTO deverá ser analisada atentamente, pois neste fórum a opinião do cliente é determinante e este tem uma tendência a priorizar os projetos mais conservadores.

3.3.2 – O Capital Relacional – Clientes e Parceiros

O Cenpes, como Centro de P&D&E cativo, privilegia a interação com seus clientes, as áreas operacionais da companhia. Esta ocorre principalmente nestas quatro atividades:

- durante os processos CTE e CTO, garantindo uma visão estratégica e tático-operacional comum;
- durante a elaboração dos projetos, garantindo soluções customizadas;
- em serviços de assistência técnica e consultoria, suprindo as necessidades imediatas;
- no acompanhamento do desempenho de produtos implantados.

O acompanhamento do desempenho de produtos implantados junto ao cliente, comprovando a eficácia dos produtos, promove o aprimoramento dos processos de trabalho. O processo de avaliação consiste na obtenção de informações dos clientes, através da Ficha de Avaliação de Projetos. Isto permite ao Coordenador de Projeto e ao Gerente da Área Técnica ter um retorno da adequabilidade e qualidade de seus produtos, objetivando o seu melhoramento e o aumento da satisfação do cliente.

O Cenpes realiza, anualmente, uma Avaliação Global dos Benefícios dos Projetos Concluídos, por meio de entrevistas com os Coordenadores de Projeto e com os Clientes, e os pontos críticos são divulgados para todas as gerências do Cenpes, estimulando melhorias contínuas em seus processos.

Em relação às parcerias é importante identificar, selecionar e desenvolver relacionamentos que contribuam para os objetivos estratégicos da companhia e que agreguem competências complementares. Há uma grande articulação com a comunidade científica e tecnológica, no Brasil e no exterior, englobando universidades, centros de tecnologia, empresas de engenharia, fabricantes de equipamentos e supridores. São utilizados diversos meios, tais como:

- contratos e convênios diretos com Universidades e Centros de Pesquisa;
- contratos com financiamento externo;
- redes cooperativas e redes de excelência;
- projetos multiclientes no exterior.

Além disso, o CENPES coordena a participação da Petrobras no CTPetro - Fundo Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural - com o objetivo de fomentar o desenvolvimento tecnológico, a capacitação de pessoal e a infra-estrutura em universidades e centros de pesquisa de todo o país. As formas de interação são:

- contratos de prestação de serviços;
- contratos de cooperação tecnológica;
- projetos cooperativos;
- projetos multiclientes e afiliações.

3.3.3 – O Capital Humano – O Corpo Técnico

Para um centro de P&D&E, que tem a inovação como um valor, é essencial selecionar, desenvolver e reter talentos. Consciente desta necessidade, o Cenpes se preocupa com o desenvolvimento permanente de seus técnicos e equipes, estimulando o aprendizado contínuo, através dos seguintes mecanismos:

- identificação das competências requeridas para o sucesso de seus clientes, atuais e futuras, através dos Comitês Tecnológicos Estratégicos (CTEs);
- mapeamento das competências disponíveis e das lacunas de treinamento, através do Mapa de Competências, elaborado pelos gerentes com suas equipes e confrontado com as necessidades identificadas;

- monitoramento permanente do desenvolvimento tecnológico mundial para garantir treinamentos atualizados a níveis nacional e internacional;
- trabalho através de estrutura matricial, promovendo o intercâmbio do conhecimento e das experiências individuais;
- permanente contato de seus técnicos com os clientes, aprimorando o relacionamento e adquirindo conhecimento de suas necessidades;
- treinamento e implementação de novas metodologias e técnicas de gestão;
- incentivo para a produção e publicação de trabalhos científicos;
- participação em projetos que exigem conhecimento multidisciplinar;
- participação em Redes de Inteligência Tecnológica e outras comunidades de prática para discussão de assuntos específicos.

Ao mesmo tempo em que desenvolve o seu capital humano, o Cenpes está atento à retenção de seu corpo técnico, proporcionando um ambiente atraente, na busca de ser o melhor lugar para se trabalhar e se desenvolver :

- ambiente de trabalho estimulante, voltado à inovação;
- programas de desenvolvimento atraentes com possibilidade de mestrado e doutorado no exterior;
- carreira em Y – função Especialista (Consultor Técnico e de Negócios) destinada a empregados com alta capacitação e desempenho técnico, que detenham conhecimentos e habilidades em áreas estratégicas;
- função Supervisor para empregados de nível médio que apresentam habilidade de coordenação de tarefas operacionais essenciais;
- Prêmio Inventor para as idéias patenteadas e que geraram inovações para a Companhia;
- Prêmio de Excelência Cenpes destinado aos empregados que participaram de projetos e serviços que alcançaram excelência quer pela sua aplicabilidade, presteza, criatividade ou valor agregado;
- programa de reconhecimento, em que este é expresso através de: elogio por escrito com divulgação do elogio através da mídia interna; concessão de diploma de reconhecimento; divulgação do trabalho, interna ou externamente;

oportunidade de desenvolvimento profissional em outros órgãos; prioridade na participação em conclaves ou estágios no País e no exterior;

- desenvolvimento de atividades docentes na Universidade Corporativa Petrobras.

Uma vez descrito o ambiente e o modelo de gestão da inovação em prática, na Petrobras, aborda-se o cenário atual brasileiro, que se caracteriza por um despertar tardio em relação a este tema, mas que ultimamente tem sido motivo de preocupação, resultando no estabelecimento de políticas públicas de estímulo a inovação.

3.4 – A Tecnologia na Atual Conjuntura Brasileira

Ao nível nacional, o governo brasileiro busca avidamente maiores índices de crescimento econômico, o tão esperado espetáculo do crescimento, que até então o país não logrou atingir, como atualmente ocorre em outros países em desenvolvimento, por exemplo, China e Índia. Por conseguinte, precisa-se investir em agregação de conhecimento, tecnologia e inovação, de modo a aumentar a competitividade das empresas nacionais. A inovação tecnológica é a chave para o país galgar posições melhores no cenário internacional. "A nossa produção de ciência vem melhorando, mas os indicadores de tecnologia são aquém do desejado para o porte da economia brasileira" afirma Proença Soares, presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (Soares, 2007). Um dado que reforça esta afirmação é que os pesquisadores brasileiros respondem por 1,7 % das publicações científicas no mundo, mas produzem apenas 0,2% das patentes (Vieira, 2006).

O atual governo brasileiro (2007-2010) tem demonstrado preocupação com o assunto, pois criou a Lei de Inovação e regulamentou-a através da Lei do Bem, no seu primeiro mandato (2003-2007). Além disso, no âmbito do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC foi delineada a Política Industrial, Tecnológica do Comercio Exterior – PITCE, que estabeleceu áreas estratégicas e portadoras de futuro e deu continuidade e expandiu os Fóruns de Competitividade em diversos setores econômicos.

Isto visa melhorar o valor agregado das exportações brasileiras, que majoritariamente se concentram em produtos de baixa intensidade tecnológica como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Exportações Brasileiras pelo Grau de Tecnologia dos Produtos

Grau de Tecnologia	%	Tipo de Produto
Alto	8,8	Aviões, medicamentos, informática, equipamentos de comunicação, instrumentos óticos
Médio-alto	30,7	Máquinas, equipamentos elétricos, automóveis, produtos químicos
Médio-baixo	25,9	Navios, borracha, plásticos, petróleo refinado
Baixo	34,6	Móveis, papel, celulose, alimentos, bebidas, têxteis, couro, calçados

Fonte: MDIC, citado em Vieira, 2006, pág. 17

Novos mecanismos financeiros e incentivos fiscais buscam estimular o aumento da inovação tecnológica. Em 2006, ocorreu a abertura de editais do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, para escolha de projetos que devem receber R$ 510 milhões na forma de subvenção (Vieira, 2006). Pela primeira vez, os recursos serão diretamente destinados às empresas, anteriormente a intermediação era dos centros de pesquisa. Também entrou em vigor em junho deste mesmo ano, a redução de impostos federais, Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido para o que for investido pelas empresas, com vistas à geração de produtos e processos inovadores. Segundo Reinaldo Dana, o coordenador-geral de Inovação Tecnológica do MCT, o desconto varia de 14,4 a 34 % sobre o valor do imposto, sendo um dos maiores níveis no mundo, pois a redução media é de 15%, nos países da OCDE.

Convém lembrar que este esforço já vem de algum tempo, pois no governo anterior, em 1999, foram criados os fundos setoriais de ciência e tecnologia, em 16 áreas estratégicas. Estes são gerenciados pela Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ e pelas agências reguladoras como, a Agência Nacional de Petróleo – ANP, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL entre outras. A receita destes fundos tem origem nas:

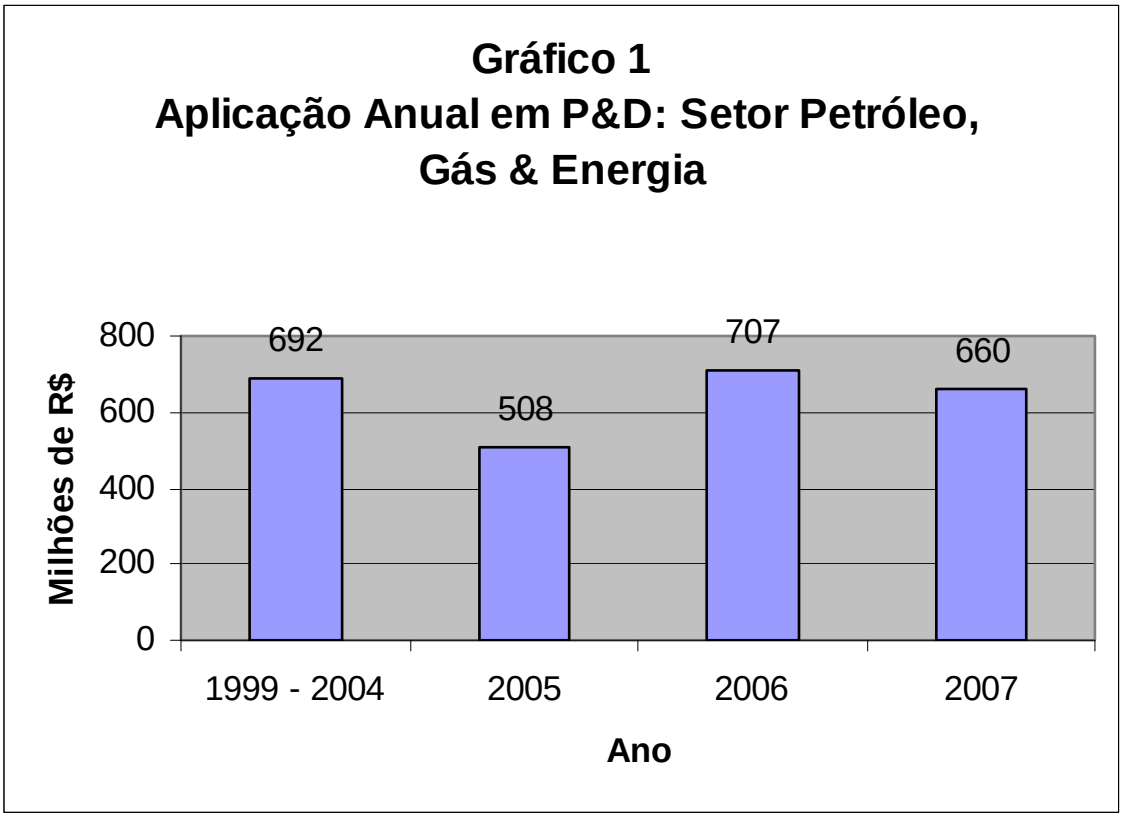
- Contribuições incidentes sobre o resultado da exploração de recursos naturais pertencentes à União;
- Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) incidentes sobre os valores que remuneram o uso ou aquisição de conhecimento tecnológico;
- Transferência de tecnologia do exterior.

Como anteriormente citado, na área de petróleo & gás, os desafios se concentram na diversificação do *portfolio* de negócios, na busca de novas fronteiras exploratórias, na forte pressão sócio-ambiental e na geração de novos combustíveis. Obviamente isto significa a necessidade de uma carteira de projetos de P&D de maior risco e recompensa, ou seja, que as empresas atuem na fronteira do conhecimento, executando mais projetos de inovação radical.

O fundo setorial criado pelo governo para a área de petróleo e gás chama-se CT-PETRO e tem estimulado a geração de novos projetos de P&D, em áreas de pesquisa mais fundamental e em novas fronteiras de conhecimento, portanto projetos embrionários com maior incerteza de sucesso. Obviamente a pesquisa mais aplicada fica a cargo das empresas, pois requerem investimentos mais elevados (plantas piloto e plantas protótipo), além de acesso aos dados industriais e às correntes intermediarias de refino, as chamadas "cargas reais", e requerem também um maior conhecimento de informações mercadológicas.

As empresas do setor petróleo que pagam participação especial pelas áreas exploradas são obrigadas a investir em P&D o correspondente a 1% da receita bruta gerada por campos de grande rentabilidade ou grande volume de produção. Até 50% destes recursos podem ser aplicados internamente no seu Centro de P&D, mas os outros 50% são destinados a instituições de ensino e pesquisa cadastradas pela ANP. Atualmente existem 31 instituições cadastradas, em 16 estados. São recursos significativos e com um fluxo regular, como mostra o Gráfico 1 - Aplicação Anual em P&D: Setor Petróleo, Gás e Energia.

Numa tentativa de aproximar ainda mais as universidades da Petrobras, em 2006, foram criados 38 Redes Temáticas e 7 Núcleos Regionais de Competências, visando executar atividades de P&D a serem desenvolvidas por Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa de todo o País, investimentos gerenciados pela ANP, segundo o Regulamento Técnico ANP no. 5/2005. Essa nova forma de organização, de Redes Temáticas, destaca-se por concentrar recursos e partilhar conhecimentos em cada tema, evitando a duplicação de investimentos, promovendo o intercâmbio de estudantes e professores, que também podem desenvolver pesquisas em outras instituições. A Petrobras orientou para que os investimentos inicialmente fossem concentrados nos itens de infra-estrutura e recursos humanos, visando adaptar e capacitar melhor as instituições de P&D, para que possam atender no futuro as demandas específicas dos projetos das redes.



Fonte: Seminário da ANP, Victor Martins, 15/03/07

Por outro lado as universidades e centros governamentais de P&D têm uma grande dificuldade, ao formular uma nova proposta de projeto de pesquisa, de explicitar a sua atratividade, através de dados econômicos e mercadológicos. Quando são aplicados os tradicionais parâmetros de medição para a seleção das novas proposições, geralmente faltam informações consistentes. Como explicitar o benefício potencial / custo ou o tempo de retorno do investimento? Quanto à competitividade: qual é a possibilidade do projeto ampliar o mercado da empresa? E a sua abrangência de aplicação? Sem falar no prazo de implantação dos resultados, que normalmente dependem do sucesso das etapas posteriores, tais como: pesquisa aplicada; e pesquisa de mercado.

Pelo exposto, há uma necessidade clara de se criarem instrumentos gerenciais que proporcionem a geração, seleção e priorização de projetos embrionários, de modo a estimular o processo criativo e nortear a competição entre as novas idéias em áreas de fronteira de conhecimento. Isto inclusive ajudaria a melhorar a eficiência do Sistema Nacional de Inovação (SNI), que o governo brasileiro começa agora a dedicar maior atenção.

3.5 – O Sistema Nacional de Inovação

Um ambiente de ciência e tecnologia adequado é muito importante para estimular a inovação, pois esta resulta de um processo de construção social que abrange diferentes atores. Nos países desenvolvidos existe uma estratégia governamental de integração destes, como universidades, centros de pesquisas, empresas, governo e ONG's em busca de uma meta comum que é desenvolver a inovação no país, de modo a este ser um exportador de sua inteligência e criatividade, através da venda de produtos e serviços, além de fortalecer a sua hegemonia. Esta estratégia é viabilizada através do SNI, uma rede de entidades que têm em comum o interesse pela inovação.

Por exemplo, em outubro de 1979, o presidente americano Jimmy Carter, promoveu uma revisão da política de inovação industrial com o objetivo de melhorar a produtividade e estimular a criação de empregos para trabalhadores americanos, criando um comitê com

150 representantes *seniors* dos setores: industrial, público, sindical-trabalhista, científico-tecnológico e academia. Este comitê delineou um programa de incentivo à inovação industrial, que foi encaminhado ao Congresso Americano.

Ao se visitar o *site* do Departamento de Energia Americano www.sc.doe.gov (DOE, 2005), encontram-se os principais objetivos da pesquisa científica fomentada pelo governo, os quais são:

- Os EUA devem estar entre os líderes em todas as principais áreas da ciência;
- Os EUA devem-se manter inquestionavelmente na liderança em áreas científicas prioritárias. A seleção destas áreas é norteada pelos objetivos nacionais definidos por critérios externos à área de pesquisa.

Há o reconhecimento da necessidade de uma atuação marcante do governo, no seu papel de promotor da ciência e tecnologia, através de incentivos e políticas para a inovação. O conceito da espiral-tripla (triple helix) é muito discutido nas sociedades desenvolvidas, em que se buscam novos modelos para o processo de transformação da relação universidade – indústria - governo, a fim de suportar a criação de riqueza para a sociedade (Leydesdorf e Etzkowitz, 1998).

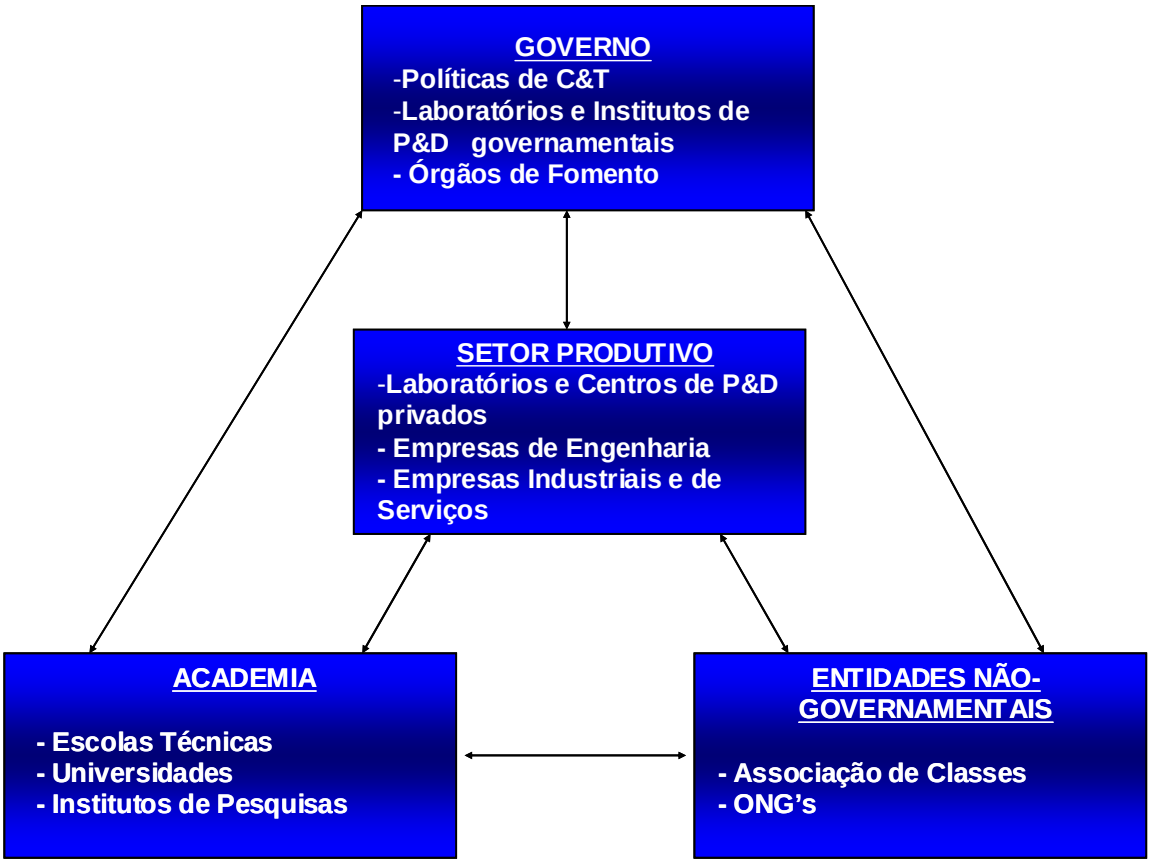
Os cientistas acadêmicos Patel e Pavitt (1994) classificaram os Sistemas Nacionais de Inovação em três níveis: sistemas maduros; sistemas intermediários; e sistemas incompletos. O sistema brasileiro se enquadra na última categoria, caracterizado por infra-estrutura tecnológica mínima, existindo um sistema de ciência e tecnologia, mas não convertido num efetivo sistema de inovação.

Os países desenvolvidos, como a Suécia, investem 3,5 % do Produto Interno Bruto – PIB em P&D, a Coréia do Sul 2,6%. No Brasil o investimento é bem mais modesto, cerca de 1 % nos últimos anos, pois anteriormente era ainda menor, próximo dos 0,6 %, média atual da América Latina (Vieira, 2006). Este investimento precisa crescer, pois para conferir competitividade ao parque empresarial brasileiro é preciso criar a capacidade de

desenvolver internamente inovações tecnológicas, bem como selecionar, absorver, adaptar e aprimorar as tecnologias importadas.

A propósito, um SNI efetivo deve ter em seu centro o setor produtivo, ou seja, a empresa, como representado no Quadro 10, pois esta é o agente que coloca o conhecimento científico e tecnológico no meio produtivo, gerando produtos e serviços, o que cria riqueza para a sociedade. Este sistema deve operar como uma rede, cujo produto principal é o conhecimento, devendo ser bem gerenciado de modo a subsidiar o governo para o estabelecimento das políticas públicas, as universidades para facilitar sua função de expandir as fronteiras do conhecimento e as empresas para o aumento de sua competitividade.

Quadro 10 – Sistema Nacional de Inovação



Fonte: Elaboração própria

Na realidade existe falta de visão sistêmica, no caso brasileiro, pois os atores atuam de modo desconectado. Há falta de comunicação e de discussões que gerem consenso, chegando a uma solução que atenda ao todo e que seja apropriada às partes. Os fundos setoriais de ciência e tecnologia e as redes temáticas são fóruns que congregam estes três atores: universidade – indústria – governo e a tentativa de gerar uma metodologia que lhes dê maior conforto para a seleção de projetos inovadores também é contributiva para a melhoria da eficiência deste sistema.

Capítulo 4 – A Gestão da Inovação

4.1 – Como se Deve Gerenciar a Inovação?

O processo de inovação é complexo e sofre influência de fatores internos e externos à empresa. O sucesso é dependente do cenário sócio-econômico, de aspectos de mercado e do ambiente interno da empresa, tais como:

- situação macro-econômica;
- contexto social;
- sistema educacional;
- políticas públicas;
- setor produtivo;
- tipo de produto - tempo de vida do produto; nível de concorrência; nível de diferenciação;
- posicionamento no mercado;
- recursos disponíveis – facilidade de financiamento;
- capacitação;
- base tecnológica;
- modelo de gestão – aceitação ao risco, sistema de recompensa e punição etc;
- clima organizacional;
- facilidade de parcerias.

A gestão de uma carteira de projetos de P,D&I não é trivial, pois engloba um número de áreas de decisão críticas, tais como: seleção e priorização de projetos; distribuição de recursos entre os projetos; e a implementação de uma estratégia de negócio (Cooper *et al*, 1998). Basicamente há três questões a serem respondidas:

- quais dos novos produtos ou projetos de desenvolvimento devem ser escolhidos?;
- qual o balanceamento correto, ou seja, o *mix* de projetos, quanto a: risco e recompensa, longo e curto prazo, geração de conhecimento fundamental versus conhecimento aplicado, desenvolvimento próprio ou projetos conjuntos, etc?;

- como alocar os recursos?

O problema se torna ainda mais complexo, quando a carteira de projetos é muito inovadora, ou seja, encontra-se na fronteira do conhecimento, pois se tem que gerenciar um processo extremamente incerto. Há um princípio de gestão que diz: "se não se pode medir, não se pode gerenciar!", portanto que parâmetros devem ser aplicados na gestão da inovação, de modo que este processo altamente imprevisível possa ser gerenciado com critérios técnico-administrativos, dando o mínimo de conforto aos gestores?

Joe Tidd (2003) está desenvolvendo o projeto *MINE – Managing Innovation in the New Economy*, junto ao *Science and Technology Policy Research – SPRU*, da Universidade de Sussex, no Reino Unido, em que entrevistou 75 Gerentes de P&D ou CTOs (*Chief Technology Officers*) e realizou também uma enquête entre 80 empresas dos EUA, Canadá e Europa. Teve como claro resultado deste levantamento que não há "práticas universais de gestão da inovação". Por outro lado, a literatura especializada reporta algumas práticas e metodologias facilitadoras que parecem efetivas quando aplicadas em etapas específicas do processo de inovação, portanto algumas fases do processo podem e devem ser gerenciadas.

Pavitt (2003) também afirma que a heterogeneidade, a natureza fortuita e conjuntural da inovação não permitem a simplificação em melhores práticas de um modelo de inovação que deva ser seguido pelas empresas ou seus gestores. Cada firma deve proceder baseada em suas experiências pregressas e na trajetória tecnológica desenvolvida para seu setor ou produto específico. Entretanto, isto não significa que a estratégia tecnológica não influencie ou que um bom gerenciamento não faça diferença no desempenho de uma empresa em termos de produtividade, fatia de mercado e lucratividade. Pelo contrário, enquanto um modelo padrão de melhores práticas da inovação pode ser enganoso, um constante questionamento ou reflexão consciente, sobre a abordagem de inovação adotada pela organização, pode melhorar a eficiência das operações em andamento e estimular a rápida geração de novos produtos e serviços, resultando na criação de um modelo de negócio diferenciado capaz de mudar as regras da competição (Hamel, 2000)

O trabalho de Cooper *et al* (1998), um levantamento junto ao setor industrial, em que predominavam indústrias químicas e de materiais avançados, também corrobora com esta mesma conclusão, afirmando que não há uma metodologia universal para a análise de um *portfolio* de projetos de P&D focados em inovação e que os métodos mais populares apresentam grandes falhas. Sugere inclusive que sejam adotadas abordagens híbridas, aplicando concorrentemente vários métodos, e não recomenda a prática dominante de métodos financeiros.

Não há um receituário a seguir, o que existe são algumas políticas habilitadoras, dinâmicas de criação de valor através da inovação e algumas metodologias facilitadoras, que devem ser aplicadas em etapas específicas do processo. Por exemplo, no Cenpes, em diversos momentos as novas idéias ou projetos de P & D passam por uma sistemática de análise, seleção e acompanhamento, através dos Comitês Tecnológicos Operacionais, o que se assemelha ao funil da inovação, descrito no Capítulo 2. Isto ocorre até ganhar a estrutura de projeto de investimento.

Quando o projeto de P&D se torna um projeto de investimento, aplica-se a metodologia recomendada pelo IPA (*Independent Project Analysis*), sendo o projeto submetido a três etapas bem estruturadas de avaliação técnico-econômica: FEL (*Front-End Loading*) -1 – estudo preliminar; FEL-2 – projeto conceitual; e FEL-3 – projeto básico, antes de sua implantação comercial (Petrobras MG-EM-001, 2004; Barshop, 2003). Para o gestor é muito mais confortável seguir uma metodologia consagrada e aprimorada pela prática, como esta citada. Entretanto seria um erro tentar aplicar metodologias que se adequam bem a projetos com etapas bem definidas e previsíveis, a processos de natureza incerta como os de P&D, principalmente na sua fase inicial, em que há um número elevado de indefinições.

O sucesso de um projeto de P&D, além de um ambiente externo e interno favorável à inovação, dependente bastante da trajetória tecnológica percorrida pela empresa (*path-dependent*), o que decisivamente repercute na possibilidade de geração de uma inovação (Dosi, 1988; Tidd *et al*, 1997; Teece *et al*, 1997, Chesbrough, 2007). O processo de

inovação é evolutivo e altamente dependente do conhecimento acumulado, quer seja científico-tecnológico, quer seja mercadológico-comercial. Igualmente influenciado pela experiência e práticas gerenciais de uma organização, sem falar na cultura e valores que a permeiam.

Devido a esta ampla gama de fatores influentes, a gestão da inovação é um real desafio para a gerência de uma organização moderna, pois inovação não é assunto exclusivo de tecnólogos, ou seja, da equipe de P & D, ou do grupo de desenvolvimento de produto, ou do time de criação. É essencial que se desenvolva a cultura de inovação na empresa e esta permeie por toda a organização e transcenda os seus muros, envolvendo também supridores, clientes e parceiros. De qualquer modo, P & D, Produção, Marketing, Vendas, Recursos Humanos, Suprimento, Financeiro, Jurídico, Apoio Administrativo etc, cada elo da cadeia produtiva deve analisar, repensar, aprimorar e inovar seus processos e o ambiente produtivo.

A propósito, a Booz Allen Hamilton, nos últimos anos, desde 2004, tem feito uma pesquisa anual a *Global Innovation 1000*, na qual são compilados dados das mil companhias no mundo (entre aquelas que tornam públicos os seus dados) que mais investem em P&D. Nestes três anos de levantamento, não conseguiu nenhuma relação com validade estatística entre a quantidade de investimento feito e seu desempenho financeiro (Jaruzelski e Dehoff, 2007). Isto reforça que inovação é algo que transcende em muito o restrito ambiente de P&D de uma organização.

4.2 – As Dimensões da Inovação

Há vários aspectos que facilitam ou dificultam a geração de inovações. Segundo o modelo de Leonard-Barton (1998) e há quatro dimensões a serem consideradas: pessoa; processo; cultura; e infra-estrutura. A proposta desta tese pretende contribuir na dimensão "processo", objetivando a melhoria das ferramentas gerenciais existentes para a seleção e priorização de uma carteira inovadora de projetos de P&D. Conseqüentemente, são tratadas de modo um tanto superficial as outras dimensões, buscando realçar aqueles pontos que

apresentam uma ligação mais direta com a análise de *portfolio* que pretendemos discutir, isto é, estejam intimamente interligados com a dimensão processo, que é o foco central desta tese.

4.2.1 – A Dimensão "Pessoa"

A capacitação do corpo técnico (conhecimento, habilidades técnicas e pessoais) é tida como o elemento mais importante para a geração de inovações, por vários autores e estudiosos da área. Quem gera as inovações é o homem e o conhecimento e experiência são essenciais para que os *insights* criativos aconteçam. Outro aspecto importante é o espírito de equipe, pois geralmente todos os projetos importantes são frutos de uma equipe multidisciplinar que trabalha de modo sinérgico. O tema da essencialidade do trabalho em equipe e da necessidade de conhecimentos e experiências multidisciplinares para a consecução das inovações também já foi extensamente explorado na literatura gerencial, inclusive Kelley *et al* (2001) afirmam que "Inovação é o resultado de um esforço de equipe".

A valorização dos empregados é fator crítico de sucesso, pois o profissional se sente prestigiado quando é estimulado a participar, suas idéias são cuidadosamente consideradas e sua pró-atividade bem recebida. Para uma equipe de P&D a autonomia técnica, a liberdade para desenvolver hipóteses e soluções, é fundamental. Em seus estudos sobre empresas inovadoras, Kim e Mauborgne (2001) concluem que um fator de sucesso é o reconhecimento pela empresa do mérito intelectual e emocional de seus colaboradores.

Ser o melhor local para se trabalhar, como almejam as empresas de visão de longo prazo e pretendentes à liderança de mercado, é ser um local de enriquecimento e desenvolvimento do seu corpo de funcionários. A aprendizagem contínua é outro valor que deve estar presente na organização inovadora. É importante que o empregado sinta que aprender é uma tarefa absolutamente prioritária para a sua empresa. Peter Senge (1990), quem primeiramente discutiu o conceito da organização do aprendizado (*learning*

organization), colocou como aspecto fundamental uma das suas cinco disciplinas, o domínio pessoal, a capacidade pessoal para a obtenção dos resultados desejados.

Além de dispor de uma equipe de bom nível técnico e cultural, é essencial que esta esteja motivada e estimulada por desafios para buscar o novo e exercer a sua plena criatividade. Existem técnicas e ferramentas para estimular a criatividade pessoal, já que vários especialistas afirmam que esta pode ser potencializada, treinada e deliberadamente desenvolvida (Benetti, 2003; Kastica, 2003).

Há também uma profusa literatura a respeito de técnicas para estimular a criatividade e a geração de idéias em equipe. O processo de criação costuma ser dividido em duas fases: uma divergente e uma convergente. Algumas destas técnicas, quando aplicadas no contexto apropriado e momento certo, podem ser bastante úteis, tais como:

- Técnicas do pensamento divergente: *brainstorming*, *brainstorming* reverso, *brainwriting*, mapa mental, *synetics visual*, e pensamento lateral - E. de Bono;
- Técnicas do pensamento convergente: comparação por pares e critérios, PPC (vantagens, potencialidades e cuidados), pensamento estratégico e intuitivo.

Nem todas estas técnicas são plenamente aceitas e recomendadas. Leigh Thompson (2003), da Universidade de Northwestern - Illinois, EUA, critica as técnicas de *brainstorming* de grupo aplicadas nas organizações, alegando que quase todos os estudos de laboratório revelaram que um *brainstorming* em grupo leva à produção de menos idéias, do que o mesmo número de membros, praticando-o individualmente. Além disso, esta estudiosa afirma que a qualidade das idéias geradas em grupo também é pior, citando aspectos inibidores à criatividade nas equipes de *brainstorming.* Estes são: oportunismo social, conformidade, bloqueio à produção e o contexto de norma de rebaixamento. Por outro lado, a IDEO, uma empresa americana de sucesso na área de design e desenvolvimento de produto, reputa à prática existente de *brainstorming* em grupo, como um dos principais aspectos positivos do seu processo de inovação (Kelley *et al*, 2001).

Existem também metodologias de solução criativa de problemas como: método Osborn / Parnes - *Creative Problem Solving* (www.ideastream.com/create/), arquétipos (Benetti, 2003), processos de criação de protótipos (Schrage, 2003) que podem ser aplicados na busca de solução de problemas e desafios empresariais, inclusive os tecnológicos.

4.2.2 – A Dimensão "Cultura"

A construção de uma cultura empresarial de inovação é uma tarefa difícil, requerendo um grande esforço na explicitação de políticas de gestão que suportem a inovação. É importante desenvolver um processo habilitador à inovação, pois se acredita que a inovação pode e deve ser organizada em um processo sistemático, objetivando facilitá-la. Entretanto é necessário gerenciá-la, convivendo com uma margem de erro maior e principalmente com a aceitação ao risco. Um sistema de gestão e uma cultura facilitadora à inovação toleram erros, embora enfatizem a responsabilidade empresarial por resultados. Um dos lemas da IDEO é "fracasse com freqüência para ter sucesso mais cedo" (Kelley et al, 2001).

Robert Sutton (2001), professor de ciência e engenharia da administração na Universidade de Stanford, na Califórnia e autor do livro "Idéias estranhas que funcionam", afirma que "em lugar de recompensar o sucesso e punir o fracasso, uma organização que se pretenda criativa deve recompensar a ambos, pois o acerto só ocorre após se terem cometidos muitos erros. Punição só para a inação, que é o pior tipo de erro!".

Inovar é correr risco. Quem não quer se arriscar está fadado a ser sempre um mero seguidor, nunca um líder. Geralmente um novo desenvolvimento que pode resultar em vantagem competitiva significativa tem um elevado grau de risco. A organização que se pretende inovadora tem que "suportar o fracasso!", o fracasso inteligente, como o qualifica Dorothy Leonard (1995), aquele que muito ensina.

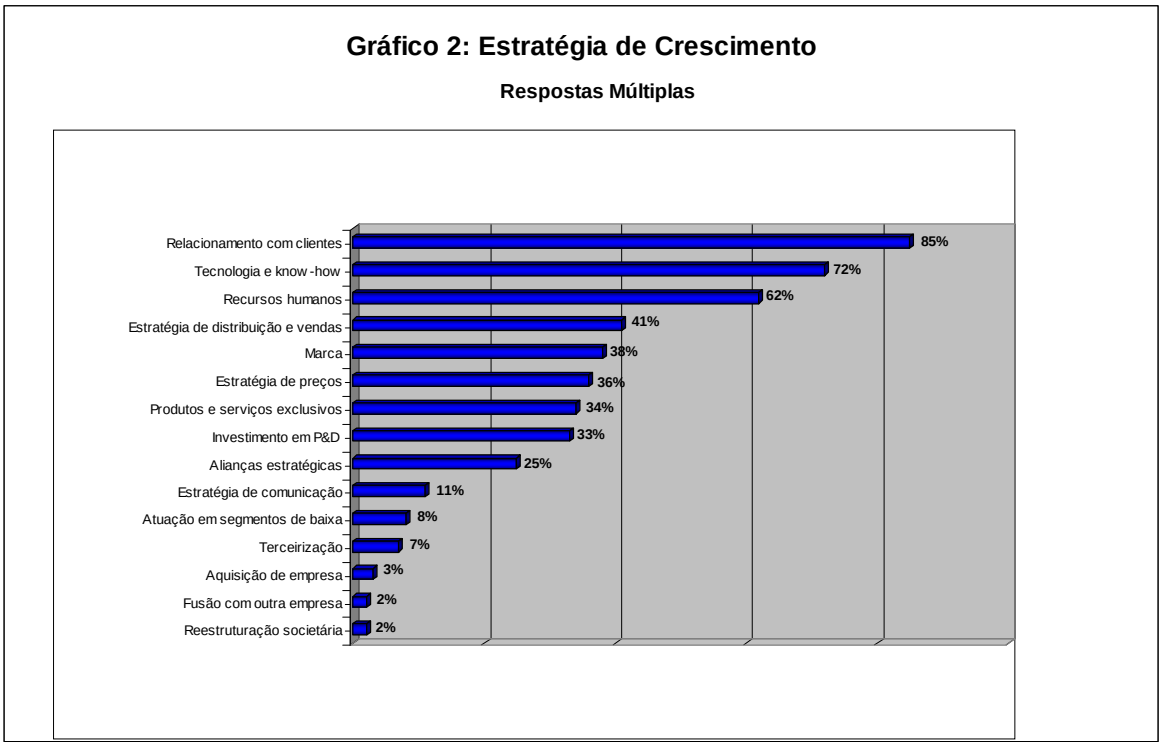
É através da inovação contínua que as empresas criam um diferencial competitivo sustentável (Nonaka, 1991). Não basta ser a empresa de um só produto de sucesso é preciso estar constantemente aprimorando seus serviços, produtos e negócios. O ideal é que a inovação leve ao resultado tão diferenciado e requisitado pelo mercado, que a empresa venha a vivenciar um instante de "monopólio". Normalmente isto só é obtido quanto advém de uma inovação radical, muitas vezes propiciando a abertura de um novo mercado. Por outro lado, o mercado globalizado tende a rapidamente criar produtos concorrentes e imitações que reduzam esta vantagem obtida. Portanto qualquer empresa para liderar ou ter uma participação expressiva em um segmento de mercado necessita estar sempre inovando.

A Deloitte Touche Tohmatsu (2003) elaborou uma pesquisa intitulada "As empresas que mais cresceram no Brasil / 2003", que foi publicado em 21/12/2003, no jornal Valor Econômico. Esta pesquisa foi realizada junto às empresas líderes de crescimento, que operam no Brasil e registraram, em 2002, um faturamento entre R$ 20 milhões e R$ 200 milhões, ou seja, companhias de pequeno e médio porte. Foram convidadas para participar do estudo empresas privadas e não-financeiras e a amostra final foi constituída por companhias dos setores de manufatura (53%), serviços (26%), tecnologia (12%) e comércio (9%).

Cerca de 90% destas empresas estavam buscando novos mercados e, dentre aquelas que haviam crescido mais, 72% aplicavam em "tecnologia e know-how", como estratégia de crescimento. Infelizmente somente 33% destas empresas fizeram investimentos em P & D, como mostrado no Gráfico 2. Isto demonstra que a tecnologia é extremamente importante para a sua rota de expansão e que ao mesmo tempo as empresas líderes no nosso mercado são bastante dependentes de tecnologia externa, sendo uma parcela reduzida as que buscam realizar desenvolvimentos próprios.

Outro aspecto que merece atenção ao se analisar esta conjuntura, é que a tecnologia disponibilizada ao mercado para licenciamento, normalmente, não está na sua última versão. As empresas líderes mundiais costumam reservar para si sua tecnologia mais atualizada, utilizando-a como uma vantagem competitiva ou, em alguns casos,

comercializam-na por preços extremamente elevados. Conseqüentemente a empresa que não desenvolve tecnologia própria, mesmo aquela que normalmente se antecipa na aplicação de novas tecnologias, a dita avançada (*early adopter*), dificilmente pode usufruir o almejado monopólio temporário.



Fonte: Deloitte Touche Tohmatsu, 2003

No Brasil, existe uma cultura empresarial "imediatista", falta visão de longo prazo, além de uma postura conservadora que normalmente procura evitar riscos tecnológicos e mercadológicos. Estes aspectos dificultam sobremaneira a geração de inovações. Só para lembrar, num passado não muito distante, anos setenta, por um bom período, existiu uma política de substituição de importações com uma série de barreiras tarifárias que protegiam o empresariado nacional, estimulando a cópia de produtos estrangeiros e dando-lhe um conforto excessivo, de modo que fosse relegado a um segundo plano a sua competitividade. Como afirma Clemente Nóbrega (2007), nas sociedades inovadoras há competição livre e um viés forte para experimentar e aprender com a experiência, uma forma saudável de se

lidar com o erro. Sociedades não inovadoras tendem a se apegar ao certo, ao sem risco, ao garantido.

O nosso quadro não é muito alvissareiro, poucas empresas brasileiras se dedicam a criar o seu próprio futuro tecnológico, através da inovação. A contribuição que se pretende com esta proposta de tese é oferecer e disponibilizar, para aquelas que ousam fazê-lo, uma ferramenta útil para a gestão da inovação.

Uma boa iniciativa para o reforço de uma cultura de inovação é a criação de plataformas, que são estruturas informais, alianças livres de pessoas organizadas num certo modo em torno de áreas particulares de conhecimento. Normalmente são constituídas por especialistas em um determinado processo ou que visam resolver um determinado problema. Estas plataformas dão agilidade e estimulam o compartilhamento de informações relevantes na companhia. Recebem corriqueiramente diferentes denominações, tais como: comunidade de prática, clube de interesse, rede de excelência, rede de inteligência ou rede de inovação. Joe Tidd (2006) afirma que as comunidades de prática proporcionam uma ligação importante entre o indivíduo e a aprendizagem organizacional, como apresentado no Capítulo 2.

O conhecimento é "viscoso": sem um processo sistemático e facilitador, ele não se move. A propósito, compartilhar conhecimento não é um ato natural nas organizações, pois em parte é verdade que o profissional é contratado pelo que ele sabe, portanto há uma tendência de preservação e de divulgação restrita do conhecimento entre indivíduos ou grupos com o intuito de reforçar a sua essencialidade. Por isso algumas empresas formalizam plataformas, como é o caso da Petrobras, que criou as Redes de Inteligência Tecnológica (RIT). Estas basicamente são constituídas por pessoas com interesse em alguma tecnologia ou competência com impacto significativo nos resultados da companhia, pois visa apoiar e criar negócios estratégicos para a companhia (Leite, 2005a). Seu principal objetivo é:

- reduzir o tempo de aplicação (*time-to-market*) da tecnologia gerada internamente;

- acelerar o processo de aquisição de tecnologia da empresa;
- melhorar a integração das distintas áreas da cadeia produtiva, otimizando processos e produtos tecnológicos;
- explorar melhor as oportunidades do mercado;
- formalizar e aprimorar o sistema de monitoramento tecnológico;
- estimular a inovação;
- apoiar o processo decisório;
- coletar, gerar, codificar, validar, organizar e disseminar conhecimentos tecnológicos e mercadológicos .

As principais características da RIT são:

- é uma rede da companhia;
- os principais integrantes são: unidades de negócios da empresa, seus clientes, fornecedores e parceiros;
- está integrada às demais redes locais da companhia;
- usa procedimentos padrões de alimentação e recuperação de informações;
- seus registros são realizados em línguas oficiais escolhidas;
- utiliza dispositivos de segurança e níveis diferenciados de acesso as informações.

Atualmente, no âmbito acadêmico brasileiro, estão se desenvolvendo também as Redes Temáticas, que buscam unir os especialistas em determinadas áreas de conhecimento e estreitar a relação universidade-empresa. Tais ambientes são ideais para troca de informações, pontos de vista, veiculação de novas idéias e para o enriquecimento e florescimento destas.

4.2.3 – A Dimensão "Infra-Estrutura"

Para o bom andamento de projetos de P&D&I são necessários recursos e uma boa infra-estrutura, tais como: laboratórios bem equipados, plantas-piloto, plantas-protótipo, suporte analítico, recursos de tecnologia de informação (equipamentos, bancos de dados,

softwares) etc. Enfim recursos técnico-físicos suficientes em quantidade e qualidade. É muito importante que o investimento realizado em projetos de inovação seja feito de modo contínuo, ao longo do tempo, e em quantidade suficiente para criar a infra-estrutura e massa crítica necessárias para a boa execução dos projetos.

O custo de P&D tem crescido muito nos últimos anos e esta tendência parece que se manterá. Por conseguinte a agregação de recursos de terceiros, cada vez mais, ganha importância. Isto se dá via alianças e parcerias com supridores e clientes, projetos multi-clientes, convênios, acordos de cooperação, contratação de suporte externo em universidades e outras instituições de pesquisa, que são modos efetivos de reduzir os custos dos projetos. A incorporação de recursos de terceiros traz duplo benefício, pois tanto agrega recursos físicos quanto recursos humanos com capacitação complementares, que não estão disponíveis na organização. Outro viés importante para a redução dos custos da inovação é a busca de recursos públicos e de fomento governamental.

4.2.4 – A Dimensão "Processo"

Obviamente há vários processos administrativos e gerenciais que impactam a geração de inovações em uma empresa, indo desde seu processo de Planejamento Estratégico, passando pelos processos de capacitação, acumulação e incorporação de conhecimento à organização, processos de seleção e retenção de talentos, processos de planejamento e balanceamento de uma carteira de projetos, de execução orçamentária, entre outros.

É nesta dimensão que esta tese pretende contribuir, isto é, num dos processos de gestão da inovação, mais particularmente na gestão de uma carteira inovadora de P&D, mais especificamente ainda na seleção de idéias inovadoras ou projetos de tecnologias incipientes, num estágio de elaboração e aprimoramento que carece de informações quantitativas que possam ser consubstanciadas em um projeto formal de P&D.

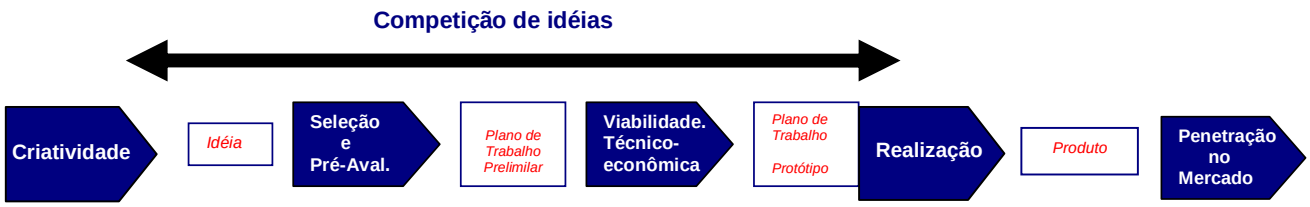
4.2.4.1 – Gestão de Idéias

Como foi citado no item 2.5, o processo de inovação evolui através de diversas etapas desde a geração da idéia até a penetração no mercado do novo produto, serviço ou processo. Schepers *et al* (1999) dividem este processo evolutivo nas seguintes etapas:

- idéia bruta (concepção);
- idéia refinada (maturação e explicitação);
- experimentação (avaliação técnica preliminar);
- projeto de desenvolvimento;
- teste comercial ou de demonstração e avaliação técnico-econômica (exeqüibilidade);
- implantação comercial (concretização);
- lançamento no mercado.

Normalmente os gerentes de tecnologia aplicam metodologias de análise de *portfolio*, em que as novas idéias e projetos são sistematicamente avaliados ao longo de sua evolução. Até a tomada de decisão para a implementação comercial, uma idéia normalmente está competindo com outras idéias e projetos, conforme é mostrado no Quadro 11.

Quadro 11 – Competição de Idéias



Fonte: Shepers *et al*, 1999, Figura 3, pág. 31

Stevens e Burley (1997) fizeram um estudo das curvas de sucesso para a inovação industrial, considerando a literatura de projetos, patentes e empreendimentos de capital de risco (*venture capitalists*). Para as três fontes foram encontrados resultados muito similares. Basicamente de cada três mil idéias brutas geradas, somente uma se transforma numa patente de sucesso comercial ([4]), como é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Taxa de Sobrevivência das Atividades de Patenteamento

Processo de Patenteamento	**Freqüência**	**% sobreviventes do estágio anterior**
Idéia bruta	3.000	100
Estudo viabilidade de patenteamento	300	10
Patentes depositadas	150	50
Patentes concedidas	112	75
Patentes com valor comercial	9	8
Patentes de sucesso	≤ 1	≤ 10

Fonte: Stevens & Burley, 1997, página 16.

Pelo exposto, pode-se observar que necessitamos de muitas idéias para chegarmos ao sucesso. É de extrema importância que o ambiente empresarial estimule a criatividade e a participação de seus colaboradores, de modo que sejam geradas e livremente explicitadas novas idéias, ousando-se tentar novas abordagens e experiências, além de se arriscar a pensar fora da "caixinha".

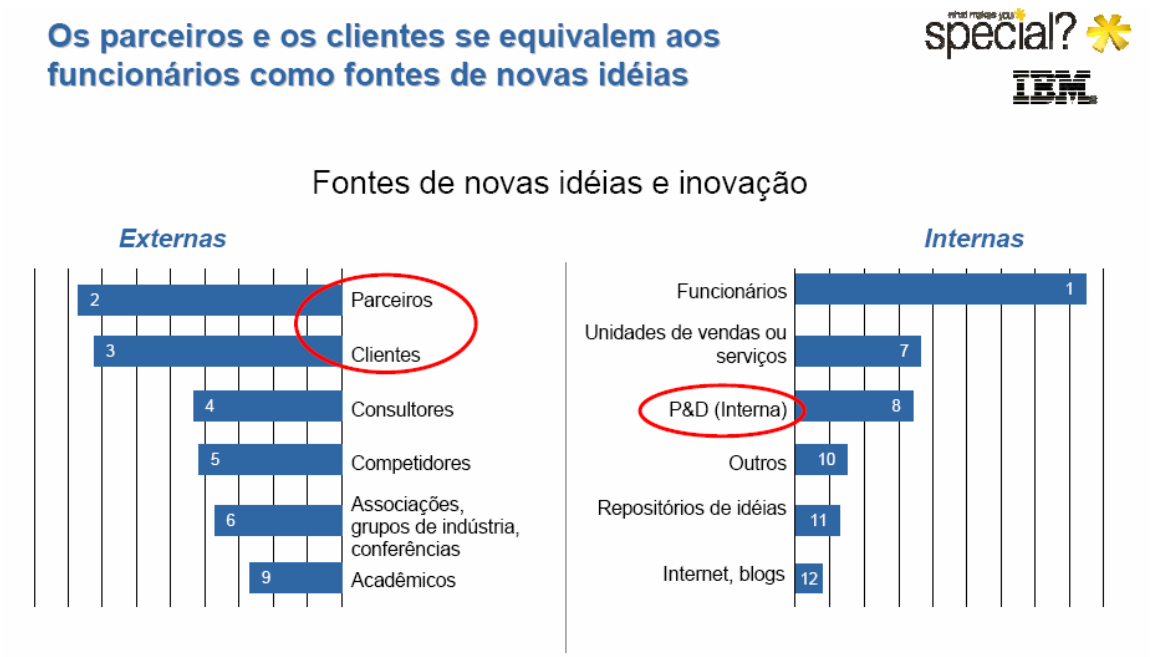
Já que são necessárias muitas idéias quando se busca a inovação, é essencial também uma boa articulação externa, estimulando o relacionamento com fornecedores, clientes a parceiros tecnológicos, no sentido de coletar novas idéias. Um exemplo clássico é

([4]) Deve-se distinguir bem o que é uma patente de valor comercial de uma patente de sucesso comercial. Mesmo que uma empresa não ganhe dinheiro com licenciamento de uma patente ou esta não lhe proporcione o desfrute de um monopólio temporário de um processo ou produto de sucesso comercial, é importante a empresa dispor de uma carteira de patentes que garanta a livre atuação na sua área de negócio e evite que seus produtos possam ser facilmente copiados ou maquiados.

o da 3M, que colocou em prática um processo bem estruturado de pesquisa de sugestões. Seus profissionais, inclusive os da área de P & D, visitam freqüentemente os clientes em busca de novas idéias, pois chegaram à conclusão de que 70% dos produtos desenvolvidos na área química e 30% na área de informática vinham de idéias dadas pelos clientes (Gundling, 2000).

Um trabalho da IBM reporta as doze mais significativas fontes externas e internas de novas idéias e inovação (Gomez, 2006). É interessante verificar que depois dos funcionários da empresa, são os parceiros e os clientes quem mais contribuem com novas idéias, como apresentado no Quadro 12. Além disso, o P&D interno fica na oitava posição, o que mostra que embora seja muito importante para a viabilização das inovações, na busca de informações e conhecimentos necessários e indisponíveis, este órgão da empresa não é o grande contribuinte para gênesis das inovações.

Quadro 12 – Fontes de Novas Idéias e Inovação



Fonte: *Global CEO Study*, IBM Global Business Services, 2006 (citado em Gomez, 2006)

É igualmente importante manter um relacionamento nutritivo com as universidades e pesquisadores acadêmicos, principalmente quando se trabalha em áreas da fronteira do conhecimento. Os resultados obtidos pela pesquisa aplicada, normalmente carecem de uma base de pesquisa mais fundamental, para melhor compreensão dos fenômenos envolvidos. À medida que se busca a excelência de processos e produtos, inevitavelmente, requer-se maior conhecimento científico. Além do fato que o ambiente acadêmico costuma ser rico em novas idéias e conceitos.

Um fato comum na maioria das empresas é a falta de organização para gerenciar a criatividade de um modo sistemático, contribuindo para que as idéias se percam ou encontrem um meio pouco propício para o seu florescimento. Um caso interessante é o da Brasilata, empresa de capital totalmente nacional, terceira no nosso mercado de latas de aço, adota um modelo de gestão de participação em todos os níveis. Atingiu o índice de 11,6 idéias por funcionário em seu programa de sugestões, em 2002, enquanto a média brasileira é menor que meia idéia por funcionário (Álvares *et al*, 2003). A empresa estimula a criatividade e o compromisso dos seus 900 funcionários, criando um meio inovador, em que prevalece a busca por inovações que tragam resultados para a empresa.

Obviamente muitas destas idéias não dizem respeito a inovações tecnológicas, devendo estar relacionadas à melhoria dos processos administrativos e de suporte às atividades industriais, mas uma parte destas certamente o está, pois a Brasilata registrou mais de trinta patentes no Brasil e exterior, inclusive a do "Fechamento *Plus*" (fechamento por travamento mecânico), a qual lhe rende *royalties*. Esta empresa já ganhou também vários prêmios nacionais e internacionais devido a seus produtos inovadores.

Esta empresa descobriu que é importante gerar muitas idéias para então extrair a qualidade. Em 2002, seus 900 funcionários geraram 10.387 idéias. Criou um sistema de garimpagem de idéias, que é levado tão a sério, que a direção envia carta de justificativa a quem tem uma sugestão rejeitada (Simantob e Lippi, 2003). O sucesso não vem só da coleta de novas idéias é preciso criar um processo de análise, aprimoramento e seleção, bem como dar *feedback* a quem contribuiu, mostrando que a companhia valoriza a

participação de seus empregados. Empresas como a Brasilata e 3M do Brasil criaram prêmios para recompensar as idéias de seus funcionários, trazendo efeitos extremamente positivos para a produtividade.

Outro exemplo é a Siemens, empresa que investe bastante em P & D de modo a suportar seu processo de inovação contínua, em que 75% da receita das vendas são de produtos com menos de cinco anos de vida e os produtos antigos representam apenas 6% do faturamento. Esta empresa estimula a geração de idéias, a proposição de projetos inovadores, bem como organiza seu processo de seleção e priorização como foi relatado por Schepers *et al* (1999).

Por outro lado, vale citar também algumas iniciativas que normalmente não resultam no efeito desejado, como a da criação de um "banco de idéias". A concepção da idéia *per si* não significa muita coisa. A idéia bruta tem que ser analisada, trabalhada, criticada, burilada, enriquecida, evoluindo num processo de maturação, para então se transformar num projeto que possa a vir ser implantado. A idéia necessita estar viva na organização. A criação de um repositório, onde se estoca idéias, não parece muito adequado. Pelo menos no caso da Petrobras, uma tentativa feita no passado pelo Cenpes, não logrou êxito. Os dados da IBM, no Quadro 10, também mostram que os repositórios de idéias pouco contribuem com novas idéias, estando no décimo primeiro lugar, à frente somente da Internet e *blogs*.

A tendência de um "banco de idéias" é se tornar um "fosso de idéias". Não costuma dar muito certo separar, o "criador" da "criatura", ou seja, separar o autor da sua idéia. Normalmente quem gera a idéia está comprometido com ela e naturalmente será o seu bom guardião, trabalhando para a sua defesa e evolução. O prazer da criação mantém o vínculo entre o autor à obra.

4.2.4.2 – A Gestão da Cadeia de Valor da Inovação

Para que uma empresa seja bem sucedida na gestão da inovação, em realidade, não se deve focar somente na geração de novas idéias, como se estas logo se transformassem em proposições de novos projetos de P&D. É muito importante como uma empresa gera, desenvolve e dissemina novas idéias até transformá-las em novos produtos e serviços. Há toda uma cadeia de valor da inovação, que deve ser gerenciada. Esta cadeia é composta das seguintes fases: geração da idéia; conversão da idéia; e sua difusão. Existem seis atividades críticas nesta cadeia. Três são ligadas a geração das idéias que podem ser: interna a um grupo, interdepartamental (polinização cruzada); ou suprida externamente. A centelha para a geração da idéia pode vir de um indivíduo ou um grupo funcional, ou de uma colaboração e sinergia interdepartamental, combinando *insights* e conhecimentos de diferentes partes da organização, bem como de fontes externas, o que requer um processo efetivo de captação (Hippel, 2005).

As outras três atividades são relacionadas à evolução da idéia na organização, estas são: seleção de idéias, aprimoramento da idéia; e sua disseminação (Hansen e Birkinshaw, 2007). É valido comentar que, como explicitado, no já citado, método de Osbom / Panes, para o sucesso de um processo criativo, é necessário que na etapa final do processo, a organização seja preparada para aceitação da nova idéia, caso contrário, a chance de fracasso torna-se muito elevada.

A conversão das idéias é uma etapa crítica. Como lidar de modo que floresçam boas idéias? Ou como descartar idéias inadequadas? Isto não é uma tarefa fácil. Em muitas companhias, orçamentos restritos, posturas conservativas e rígidas metodologias de suporte financeiro costumam inibir o desenvolvimento de novas idéias, o que, normalmente, é prontamente percebido pelos profissionais, inibindo o fluxo de novas idéias. Outro aspecto que não deve ser negligenciado é a difusão de novos produtos, negócios e práticas na organização, em diferentes locais, por diferentes canais e grupos de consumidores.

O artigo de Hansen e Birkinshaw (2007) enfatiza que a organização deve fazer uma análise crítica de seus pontos fracos na cadeia de valor da inovação e ver em que aspecto está fracassando. Se há uma dificuldade na geração e captação de idéias externas, se o problema é na conversão das mesmas ou na sua difusão. No Anexo I, é apresentado um questionário que visa fazer um diagnóstico dos elos fortes e fracos da cadeia de inovação de uma organização, cujo título é "Avaliação da Cadeia de Valor da Inovação".

Uma vez entendido que o processo de inovação é complexo e envolve distintas atividades, vamos tratar da etapa de gestão dos projetos de P&D, como comumente é executada nas empresas.

4.2.4.3 – A Gestão de P&D

Há um grande número de metodologias propostas para a gestão de P&D nas empresas que foram sendo aplicadas e aprimoradas, conforme a evolução desta atividade nas empresas. A literatura discute as diferentes etapas evolutivas e suas características, sendo hoje aceito que se está, no mínimo, na quarta geração de P & D, pois alguns autores já consideram que se entrou na quinta geração (Rothwell, 1994). As ferramentas de gestão foram evoluindo ao longo desta trajetória, passando por: processos estanques (*stage gate process*); times de projeto e produto; plataformas tecnológicas, ciclo de vida de produtos (*lifecycle*), e mais recentemente *roadmaps* etc.

Com relação à gestão de uma carteira de projetos de P&D, há um grande número de métodos aplicados, alguns quantitativos outros qualitativos. Trabalhos como o de Cooper *et al* (1998) dedicaram-se a estudar quais os métodos são mais intensamente aplicados nas empresas e aqueles que apresentaram melhor desempenho. Este levantamento concluiu que dentre os mais populares, destacam-se:

- Métodos financeiros;
- Estratégias de negócios;
- Diagramas ou mapas;
- Método de pontuação;

- *Checklist*.

Este trabalho gerou uma fonte rica de dados, entretanto se focou mais em analisar a metodologia, ou seja, o "como", em lugar de se centrar nos critérios adotados para a análise, ou seja, "o que" considerar como parâmetro para seleção e quais limites estabelecidos para cada critério. Isto tem particular importância quando se pretende estabelecer um processo de seleção de projetos que estimule a inovação.

Baseando-se na análise do Fluxo de Caixa descontado (DCF), há várias metodologias de cálculo, quando o critério para a seleção de projetos é financeiro, tais como: Valor Presente Líquido (VPL); Retorno do Investimento (ROI); Retorno sobre o Patrimônio Líquido (RONA); Valor Presente Total (VPT), e no caso de projetos com alto nível de incerteza, aplicar-se a Análise de Opções Reais ([5]). De um modo mais simplificado, pode-se também utilizar a Relação Benefício / Custo, em que se leva em consideração o benefício potencial e o custo do projeto. A propósito este é o critério comumente aplicado no Cenpes.

Como critério para a estratégia de negócio, pode-se adotar: foco e aderência à estratégia empresarial; área de confiança estratégica; tipo de plataforma tecnológica; linha de produto; atendimento ao mercado futuro; posição competitiva; magnitude do projeto; e tipo de desenvolvimento (Cooper *et al,* 1998).

([5]) Putten & MacMilan (2004) recomendam que as Opções Reais sejam um complemento e não um substituto para a Análise Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Cada parte relativa destas metodologias contribui para o cálculo do Valor Total Presente (VTP), quando se lida com projetos de grande incerteza. Quanto maior é a incerteza, maior é o componente de opção e menor o componente FCD.

Os diagramas ou mapas podem conter inúmeros dados, em forma de: quadrantes; gráficos XY; diagramas de balão e outros, que contêm informações sobre parâmetros, tais como: Risco x Recompensa; Domínio Tecnológico e Mercadológico; Facilidade de Execução x Atratividade; Custo x Tempo; Custo x Benefício; Foco Estratégico x Benefício etc.

Comumente a estes parâmetros é atribuído um critério numérico, método de pontuação, por exemplo: baixo – médio – alto; ou escalas de 1-5; ou 0-10, sendo também atribuído um determinado peso para cada parâmetro, de modo a se extrair a média ponderada para cada projeto, gerando a priorização final. Pode-se também determinar um valor mínimo que deve ser alcançado para a aprovação do projeto.

Usa-se também o esquema de *checklist*, em que estes parâmetros ou outros atributos do projeto são avaliados sob forma de um questionário "Sim / Não". O projeto deve obter um número mínimo de "Sim" para ser aprovado, ou ser priorizado de acordo com o número de "Sim" obtidos.

O trabalho de Cooper *et al* (1998) mostrou que o método financeiro é o mais popular, sendo que 77,3% das empresas aplicam este critério no gerenciamento e seleção de projetos. Geralmente os chamados Métodos Financeiros são aplicados para ordenar um projeto em relação aos outros. Entretanto este critério é o que produz o *portfolio* mais desbalanceado em termos de alto e baixo risco e longo e curto prazo. Por outro lado, também mencionou que as empresas líderes, as 20% no topo do mercado, confiavam menos em critérios financeiros que as demais e aplicam mais intensamente a estratégia do negócio para alocação de seus recursos e aprovação dos projetos, que as restantes da amostra.

Mais importante que a metodologia aplicada no processo de análise do *portfolio* de projetos de P,D & I, parece-nos ser a escolha equilibrada dos critérios que serão utilizados, bem como o estabelecimento dos limites aceitáveis de modo a nortear a sua aprovação e a sua prioridade. É na escolha destes parâmetros e no estabelecimento de seus limites que se pode expressar a preferência e a prioridade pela inovação.

Cooper *et al* (1998) mostrou que em média as empresas adotam entre 5 a 6 critérios para a seleção dos projetos. São listados então, os seis critérios mais utilizados pelas empresas pesquisadas, os quais são:

- Aderência à estratégia / alavancagem das competências essenciais;
- Retorno do investimento;
- Risco e probabilidade de sucesso;
- Tempo de aplicação ou lançamento;
- Capacitação tecnológica;
- Capacitação mercadológica ou comercial.

Com a exceção do primeiro critério que é basilar, pois uma empresa deve estabelecer uma estratégia de atuação no mercado e desenvolver as suas competências de modo a reforçar esta estratégia, os outros critérios, que são de atratividade, claramente privilegiam projetos de inovação incremental, pois tendem a reforçar os processos e produtos existentes e a extensão dos projetos dominantes do mercado.

O levantamento realizado pelo The Boston Consulting Group – BCG, "*Measuring Innovation 2006*", que anualmente é realizado junto aos executivos das empresas e que no ano de 2006 compilou resultado de 269 dirigentes, afirma que a inovação é mal medida e poucas firmas o fazem corretamente. Há três métricas que os executivos consideram mais representativas, estas são: tempo de aplicação ou lançamento; venda de novos produtos e retorno do investimento (BCG, 2006). Tomando como base que estes são os parâmetros tidos com mais relevantes para medição da inovação, é razoável pensar que tendam também a adotá-los como critérios para avaliação de projetos.

4.3 - A Gestão da Carteira de Projetos de P&D na Petrobras

Como discutido no item 3.3.1, em que foi apresentado o Sistema Tecnológico Petrobras, a análise do *portfolio* de projetos de P&D é executada pelo Comitê Tecnológico Operacional (CTO), existente para cada Programa e Área Tecnológica, que se reúne

anualmente para selecionar e priorizar os novos projetos e a carteira existente de P&D, na sua respectiva área de conhecimento.

É aplicada uma mesma metodologia para a avaliação das novas proposições de projetos e dos projetos em andamento, não havendo diferenciação se o projeto tem como objetivo uma tecnologia já consolidada no universo de petróleo e energia, ou seja, trata-se de aprimoramento tecnológico, portanto uma inovação de caráter incremental, ou se trata de uma nova tecnologia e área de conhecimento, ou seja, uma inovação radical. A única diferença se dá na forma de proposição quanto ao grau de maturidade do projeto, pois se este está numa fase muito embrionária, em que na realidade se está avaliando uma idéia, que carece ainda de uma melhor estruturação, é preenchido um formulário intitulado Proposição Preliminar de Projeto – PPP, que é apresentado no Anexo 2. Quando se tem um universo de informações mais bem estruturado, ou seja, já se dispõe de um plano da ação definido, é preenchido o formulário de Plano de Projeto.

Normalmente o projeto é avaliado considerando dois eixos principais:

- coerência com a estratégia;
- atratividade do projeto.

O parâmetro coerência com a estratégia é essencial, pois se certifica que o projeto proposto está aderente às orientações do Planejamento Estratégico da Petrobras e do Plano das Áreas de Negócio, ou seja, se está suportando o *core business* da empresa.

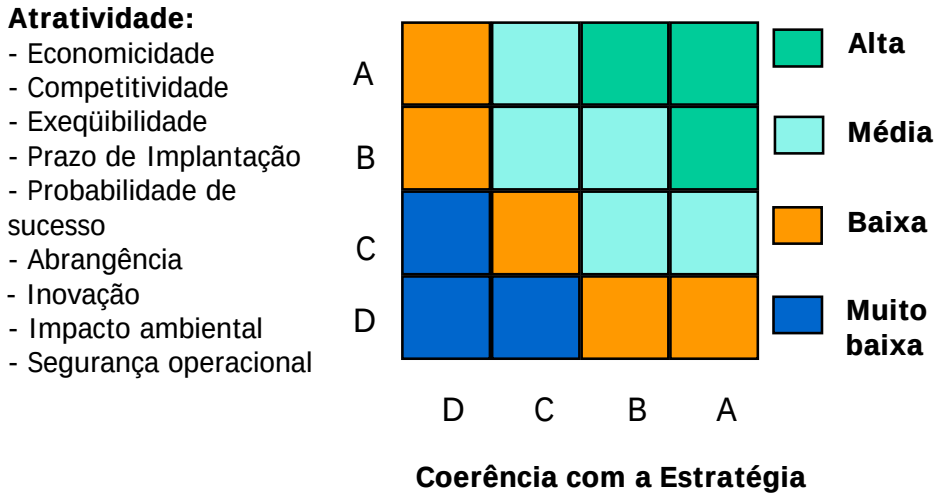
Quanto à análise da atratividade do projeto, são atribuídas notas para os seguintes critérios:

- Economicidade (benefício potencial /custo);
- Competitividade (mercado);
- Exeqüibilidade;
- Prazo de implantação dos resultados;
- Probabilidade de sucesso;
- Abrangência;

- Inovação;
- Impacto ambiental.
- Segurança operacional

No Quadro 13, são apresentados os critérios de seleção e o modo de priorização dos projetos de P&D no Cenpes. O peso de cada critério de atratividade é negociado com os clientes, sendo a nota global do projeto sua média ponderada. É comum o item economicidade ter um maior peso. Normalmente os projetos classificados em muito baixa e baixa prioridade são rejeitados. Nem todos os CTO's utilizam *in totum* os critérios acima citados, mas a grande maioria utiliza pelo menos uma boa parte deles.

Quadro 13 – Critérios para Seleção e Priorização de Projetos



Fonte: Sistema Tecnológico Petrobras - Comitê Tecnológico Operacional

4.4 – Outras Abordagens para Gestão de P,D&I

Para melhorar a gestão de uma carteira de projetos de P,D&I, algumas práticas e processos vêm ganhando espaço nos últimos anos quer seja na execução e controle das

atividades quer seja na metodologia de aprovação, avaliação e priorização das idéias e projetos. Como metodologias para a gestão de projetos de alto risco e recompensa, em que a incerteza é maior, portanto projeto tecnológico com menor probabilidade de sucesso e maior *time-to-market*, podem-se citar as seguintes opções: Análise de Opções Reais; e *Roadmaps* Tecnológicos.

4.4.1 – Análise de Opções Reais

Vários autores sugerem que a teoria financeira de opções deve ser aplicada na avaliação de projetos de P&D (Mitchell e Hamilton, 1988; Dixit e Pindyck, 1995; Chiesa, 2001; Farrukh *et al*, 2005). Quando esta teoria de opções é adaptada a ativos reais, tal como tecnologia, passa-se chamar de opções reais. O termo opções reais é usado para descrever um leque de conceitos. Estes abrangem três níveis:

- pensamento de opções (*options thinking*) – estar consciente do valor da flexibilidade gerencial. O investimento entendido como uma opção significa que se está pagando o direito de explorar uma possibilidade, em que não há garantia de retorno;
- análise de árvore de decisões – quantificar o valor das escolhas dadas a um leque de diferentes possíveis resultados e estimar as suas probabilidades. Esta abordagem encoraja a exploração das incertezas em lugar de temê-las;
- valoração da opção real – adaptar modelos matemáticos dos mercados financeiros.

O conceito geral é que um investimento em P&D é análogo a um investimento em opções de compra. Uma opção de compra de ações pode ser visto como um contrato em que o comprador da opção obtém o direito de comprá-la a um preço determinado, a qualquer momento até uma data previamente acordada. Quando a data chega, o detentor da opção pode decidir se vai ou não exercer a opção. O detentor exercerá a opção se o preço do mercado de ações é maior que o preço especificado no contrato de opções. Ele obterá o lucro proporcional a diferença entre o preço da opção e do mercado. Se o preço do mercado é menor que o do contrato de opção, o detentor da opção vai deixar que esta expire e a perda será limitada a quantia originalmente investida naquela opção. Uma situação semelhante ocorre com um projeto de P&D. A corporação pode decidir não realizar o

investimento necessário para capitalizar o projeto de P&D. A perda é equivalente ao custo de P&D até então realizado, que normalmente é bem menor que os investimentos seguintes.

A volatilidade ou incerteza tem o impacto reverso nas opções de compra, como o risco é limitado ao custo da opção. Se a volatilidade do preço da ação é zero, o valor da opção é zero. Quando a volatilidade aumenta, a possibilidade que possa ser excedido o preço de exercício da opção antes da data de expiração aumenta. Um projeto de P&D é similar, pois um projeto que mostra alta oportunidade, ou seja, alto nível de recompensa, com uma modesta ou baixa probabilidade de sucesso, não implica necessariamente em maior risco associado.

O tempo tem um efeito reverso quando comparado com os investimentos usuais. Para uma opção de compra, aumentado o tempo no qual a opção possa ser exercida, aumenta a probabilidade de que o preço da ação exceda o valor de seu exercício durante este período, conseqüentemente aumenta o valor da opção. A analogia permanece válida, num projeto de P&D, possibilitando a oportunidade de realizar uma série de investimentos por um período de tempo ou oferecendo a flexibilidade de programar ao longo do tempo os investimentos subseqüentes, isto é preferível àqueles que requerem um espectro limitado das aplicações. Mitchell e Hamilton (1988) enfatizam que um projeto de P&D tem ainda vantagens sobre uma opção de compra, pois a compra de opções no mercado não apresenta nenhum efeito direto no preço de exercício ou preço futuro da ação, já o objetivo maior de um projeto de P&D é influenciar favoravelmente os investimentos, seja por redução dos custos da empresa, seja por aumento de suas vendas. A Tabela 3 ilustra as diferenças entre opções e investimentos e sugere um paralelo entre opções de compra e opções de P&D.

No Capítulo 5, é discutida com mais detalhes a avaliação de projetos de alto risco, como normalmente são os projetos de P&D inovadores, aplicando-se algumas técnicas. Será abordado como se quantifica o VPL usando cenários e probabilidades de êxito, bem como modos de contabilização do risco do investimento e a abordagem de Análise de Opções Reais para alguns exemplos de projeto.

Tabela 3 – Investimentos, Opções de Compra de Ações, Opções de P&D

Fator	Investimento	Opções de Compra	Opções de P&D
Risco Associado	Risco substancial. Possibilidade de perda de todo o investimento	A opção expira com valor acima do mercado: não é exercida, perda do custo da opção.	A empresa não faz o investimento de capitalização, perda do custo do projeto de P&D. (Pode ocorrer ganho de conhecimento para futuros programas de P&D e exploração de outras oportunidades).
Aumento de Incerteza	Decréscimo do valor Aumento da incerteza do resultado, o VPL é reduzido devido à aversão ao risco	Aumento do valor A volatilidade aumenta o valor potencial da opção, sem aumentar o risco associado	Aumento do valor Maior especulação e range de aplicações aumenta o potencial de retorno, sem aumentar o risco associado.
Aumento de tempo	Decréscimo do valor Maior tempo de retorno, menor valor.	Aumento do valor Aumento da possibilidade de exceder o preço de exercício.	Aumento do valor A opção de fazer investimentos futuros por um período prolongado é muito mais atrativa que uma janela limitada de aplicações.

Fonte: Mitchell e Hamilton, 1988, pág. 18

4.4.2 – *Roadmap* Tecnológico

Roadmap é uma técnica que tem sido aplicada industrialmente para apoiar uma série de objetivos estratégicos, quer seja em nível de empresa quer seja em nível de um setor específico. Nos últimos anos, *Roadmaps* tecnológicos têm sido aplicados com sucesso em muitas organizações, objetivando facilitar a comunicação da estratégia e o planejamento tecnológico, podendo tomar diferentes formas, dependendo do tipo de oportunidades, capacidades, produtos, tecnologias e do contexto particular da companhia. O propósito principal do *roadmap* é ajudar a equipe gestora e executora a ter a certeza que a capacitação requerida estará disponível no momento necessário para a consecução dos objetivos empresariais. Serve também para alinhar esforços na organização, desenvolvendo uma visão compartilhada sobre quais os desafios futuros da organização e como devem enfrentá-los, ou que caminhos seguir para levar a organização a um futuro desejado.

Podem-se desdobrar os objetivos de negócio da empresa, ou seja, o modo como a organização quer atuar ou influenciar o seu mercado, verificando os fatores críticos de sucesso para a consecução destes objetivos e as tecnologias críticas que os suportam. Através dos *roadmaps* podem-se combinar os desenvolvimentos internos requeridos, isto é, as capacitações ou tecnologias necessárias, com a visão de mercado e suas tendências tecnológicas. Segundo Willyard e McClees da Motorola "a feitura de *roadmaps* prove meios de comunicar para o pessoal de *design*, engenheiros de desenvolvimento de produto e pessoal de *marketing*, quais tecnologias será preciso desenvolver e aplicar nos futuros produtos e serviços da companhia" (Willyard e McClees, 1987).

Há distintos objetivos e formas de *roadmaps*, no caso, os de maior interesse para a gestão de P&D são: os de planejamento de produto; os de planejamento de integração – abordam a evolução e a integração de tecnologias de modo a se combinarem formando novas tecnologias, explorando as plataformas tecnológicas existentes na organização; e os de planejamento de projetos de P&D (Probert e Radnor, 2003). Obviamente será focado este último, pelo objetivo principal da tese e pelas características da indústria do refino que fabrica majoritariamente combustíveis, que são produtos padronizados e homologados, portanto a demanda por novos produtos é mais restrita que em outros setores econômicos.

A técnica de *roadmap* é apropriada para mapear o futuro valor e importância de uma determinada tecnologia e indicar a futura capacitação requerida, sendo uma ferramenta útil para a organização pensar prospectivamente e traçar seus planos tecnológicos. No Capítulo 5, são apresentados mais detalhadamente alguns exemplos de aplicação desta técnica.

Capítulo 5 – Gerenciamento do *Portfolio* de Projetos de P&D

O gerenciamento de um *portfolio* é um processo de decisão em que uma lista de novos produtos e projetos de P&D é constantemente atualizada, revista e revisada. Neste processo novos produtos e os seus projetos relacionados são avaliados, selecionados e priorizados, existindo aqueles que são acelerados, eliminados ou têm reduzida a sua prioridade (Cooper *et al.*, 2001).

Este processo é complexo, uma vez formulada a estratégia tecnológica de longo prazo que deve gerar as seguintes diretrizes: as tecnologias críticas para a competitividade da empresa; o tempo em que as tecnologias devem ser introduzidas no mercado; e o modo de aquisição, a empresa deverá dedicar-se ao processo de planejamento da carteira de projeto de P&D (Chiesa, 2001).

A seleção das tecnologias críticas para a organização é afetada pelas seguintes variáveis:

- a relevância da tecnologia – mercado potencial, aplicabilidade, criação de valor ao consumidor;
- risco associado ao desenvolvimento e aplicação da tecnologia (matriz de familiaridade com a tecnologia e com o mercado);
- apropriabilidade;
- interdependência com outras tecnologias;
- criação de opções.

O modo de aquisição deve considerar:

- o cenário externo – mercado atual e futuro, o monitoramento tecnológico ([6]);
- e o contexto interno empresarial - competências essenciais, capacitação tecnológica, novas aplicações potenciais.

([6]) Vittorio Chiesa (2001) não dá ênfase ao monitoramento tecnológico como um fator determinante do cenário externo para o estabelecimento da nova carteira de projetos, mas é importante para a definição de tipo de aquisição a ser adotado e para prever possibilidades de exploração de novos mercados.

O Cenpes desenvolveu um processo de estabelecimento de sua estratégia tecnológica, que tem como origem o PE e o Plano das Áreas de Negócio. Esta é gerada através do desdobramento dos grandes objetivos empresariais e do estabelecimento das diretrizes tecnológicas prioritárias. Tomando-se por base estas diretrizes é avaliado o grau de impacto das diferentes tecnologias na consecução dos objetivos de negócio das diversas áreas da organização, estabelecendo-se as tecnologias críticas e a priorização para a sua aquisição e desenvolvimento.

Segundo Chiesa (2001) a gestão do *portfolio* de projetos de P&D, é composta por várias etapas:

- estabelecimento de um orçamento anual de P&D;
- definição das características da carteira de projetos de P&D, tais como: objetivos, recursos, tempo de lançamento, organização, e nível de risco ([7]);
- seleção dos projetos (seleção e priorização);
- avaliação dos projetos de P&D;
- análise da carteira de projetos de P&D – ajustar e otimizar a carteira de projetos face as características desejadas.

O objetivo desta tese está focado na seleção, priorização e avaliação dos projetos de P&D inovadores, isto é, aqueles relacionados às tecnologias incipientes.

5.1 – Metodologias e Critérios de Avaliação em Prática

A lista de critérios que pode ser aplicada para avaliar e selecionar um projeto de P&D é grande. Twiss (1995) citou exaustivamente estes critérios, subdividindo-os:

([7]) O nível de risco aceito é importante para o balanceamento da carteira de projetos de P&D, no caso do Cenpes foi estabelecido um percentual de projetos de alto risco e recompensa que deve ser perseguido pela organização. É necessário que esteja consistente com o balanceamento entre projetos de longo, médio e curto prazo.

A. **Objetivos da Corporação, estratégias, políticas e valores**:

1. É compatível com a estratégia corporativa e seu plano de longo prazo?
2. Seu potencial é tal que uma mudança na estratégia seria legitimada?
3. É consistente com a imagem da companhia?
4. É compatível com o nível de risco desejado?
5. É consistente com a política de inovação vigente?
6. Está em acordo os prazos requeridos pelo planejamento?

B. **Critérios de Marketing:**

1. Atende a uma demanda clara e bem definida de mercado?
2. Tamanho do mercado total estimado.
3. Fatia estimada de mercado.
4. Tempo estimado de vida do produto.
5. Probabilidade de sucesso comercial.
6. Volume de vendas provável.
7. Cronograma e aderência ao plano de marketing.
8. Efeito sobre os produtos existentes.
9. Preço e aceitação do consumidor.
10. Posição competitiva.
11. Compatibilidade com os canais de distribuição existentes.
12. Custo estimado de lançamento.

C- **Critérios de P&D:**

1. Está consistente com a estratégia de P&D da companhia?
2. O seu potencial legitima uma mudança na estratégia de P&D?
3. Probabilidade de sucesso técnico.
4. Custo e tempo para o desenvolvimento.
5. Posicionamento face ao patenteamento.
6. Disponibilidade de recursos de P&D.
7. Possibilidade de geração de produtos e novas aplicações da tecnologia.
8. Efeitos sobre outros projetos.

D- **Critério Financeiro:**

1. Custo de P&D.

2. Investimento em instalações industriais.

3. Investimento em marketing.

4. Disponibilidade financeira e cronograma de desembolso.

5. Efeitos sobre outros projetos que requerem recursos.

6. *Break-even* e máximo fluxo de caixa negativo.

7. Benefício potencial anual e cronograma de receitas.

8. Margem esperada de lucro.

9. Está em acordo com os critérios de investimento da empresa?

E- **Critério de Produção:**

1. Novos processos envolvidos.

2. Disponibilidade de pessoal qualificado.

3. Compatibilidade com a capacitação existente.

4. Custo e disponibilidade de matéria prima.

5. Custo de produção.

6. Necessidade de instalações adicionais.

7. Facilidade do controle de produção.

8. Valor agregado.

F- **Critérios Ecológicos e de Responsabilidade Social:**

1. Perigos potenciais: produto e processo produtivo.

2. Sensibilidade à opinião pública.

3. Legislação vigente e futura.

4. Efeitos sobre geração de emprego.

Observa-se dentre os critérios listados que há vários que são quantitativos e outros meramente qualitativos. Tomando-se como premissa que a efetividade dos critérios a serem adotados é dependente do nível de maturidade do projeto, conseqüentemente, o ideal é usar técnicas de seleção e avaliação de acordo com o grau de conhecimento disponível sobre o projeto. Neste caso, em ordem decrescente de conhecimento propõe-se usar:

- fluxo de caixa descontado (FCD);
- técnicas de análise de opções;
- técnicas qualitativas.

5.1.1 – Técnicas de FCD

É a técnica financeira mais comum usada para avaliação de qualquer investimento. Há várias metodologias de cálculo, quando o critério para a seleção de projetos é financeiro, tais como: Valor Presente Líquido (VPL); Retorno do Investimento (ROI); Retorno sobre o Patrimônio Líquido (RONA); Valor Presente Total (VPT). Dado que um projeto de P&D envolve risco, o FCD sobre condições de incerteza deve ser aplicado. Isto significa que as variáveis usadas no cálculo dos indicadores são estocásticas e não determinísticas. Cada variável é associada a uma probabilidade de ocorrência. Conseqüentemente o VPL é uma variável estocástica.

O VPL é definido como:

$$VPL = \Sigma \frac{FLC(t)}{(1+i)^t}$$

onde: o Fluxo Líquido de Caixa (FLC) gerado pelo projeto no ano t ([8]); i é a taxa livre de risco que é usada como uma taxa de barreira, considerando que a taxa usada é livre de risco, como o risco já está implícito na contabilização anual do FLC que é uma variável estocástica.

Neste caso o VPL permite avaliar a relevância e o risco do projeto de P&D. O VPL esperado mede até que ponto o projeto é promissor.

O risco do projeto pode ser medido de três modos distintos:

- a variação do resultado do possível projeto futuro, que é medida pela dispersão do VPL (variância, desvio padrão ou coeficiente de dispersão);
- a probabilidade do projeto gerar um resultado negativo, isto é a probabilidade do VPL ser negativo;
- a probabilidade do projeto ameaçar a sobrevivência da empresa (medida pelo pior evento, a empresa arca com o investimento e não tem nenhum retorno).

([8]) O FLC do ano t é obtido por:
[(Receitas Adicionais – Custos Adicionais) (1-t*) + (Depreciação+Amortização) t*] – Investimento
onde: t* é a taxa fiscal (imposto)

Alternativamente, pode-se usar o Índice de Lucratividade (IL), o qual é relacionado ao VPL pela seguinte fórmula:

$$IL = 1 + \frac{VPL}{I}$$

onde: I é a soma dos investimentos requeridos pelo projeto.

O IL é uma variável estocástica e seu valor mede a relevância do projeto. O risco pode ser calculado nos três modos descritos acima, respectivos a: dispersão dos valores do IL; a probabilidade do PI ser menor que 1; e o pior evento (perda de todo o investimento).

A título de ilustração, é apresentado no Anexo 3, um exemplo do cálculo do VPL esperado de um projeto para o desenvolvimento de um novo produto, levando em conta as probabilidades de ocorrência das receitas e dispêndios. É difícil dispor dos dados de despesas e receitas, para o cálculo do FLC e do VPL de um projeto, quando se trata de uma tecnologia incipiente, pois é necessária a estimativa do custo de P&D e do investimento requerido no meio produtivo para executar o projeto, além de estudos de mercado para cálculo das receitas e suas probabilidades de ocorrência.

5.1.2 - Técnicas de Análise de Opções

Investimento em P&D, além de gerar novos conhecimentos, pode gerar patentes e novas tecnologias que abrem oportunidades de negócios para a empresa. Oportunidades são opções, isto é, são direitos, mas não significam obrigações de tomada de ações no futuro. Como citado no item 4.4.1, o conceito básico da metodologia é pensar investimentos como opções, o que altera substancialmente a teoria e a prática de tomada de decisões sobre investimentos de capital. Irreversibilidade, incerteza e a escolha do momento de exercer a opção alteram significativamente as decisões de investimento (Dixit & Pindyck, 1995).

A maioria das escolas de administração ensina uma regra simples: calcule o VPL do FLC esperado que o investimento gerará, considerando a sua probabilidade de ocorrência e avalie o seu risco. Se maior que zero, a regra manda o gerente seguir e realizar o investimento.

A taxa de desconto aplicada ao fluxo de valores deve ser igual ao custo de oportunidade do capital para o projeto específico, isto é, a taxa esperada de retorno que pode ser obtida de um investimento de risco similar. Como o risco costuma ter características que diferem para cada projeto individual ou para a média das atividades de investimentos, na prática o custo de oportunidade para um projeto específico é difícil de medir, principalmente quando se trata de projetos de alto risco. Para simplificar, normalmente, é aplicada a média ponderada do custo de capital, algumas vezes, ajustada para mais ou para menos, considerando o risco envolvido no projeto. Aqui ocorre o primeiro problema, as empresas aplicam taxas três ou quatro vezes acima da média praticada (Hayes e Garvin, 1982; Dixit e Pindyck, 1995; Dissel, 2005), tornando o projeto de risco em pouco atrativo.

Normalmente os critérios financeiros convencionais rejeitam o risco intrínseco aos projetos de longo prazo, justamente aqueles que potencialmente podem oferecer maiores avanços tecnológicos e proporcionar a entrada em novos mercados (Mitchell e Hamilton, 1988). O método do VPL assume um cenário fixo no qual a empresa começa e conclui o projeto, o qual gera um fluxo de caixa durante um tempo de vida esperado. O principal aspecto, a regra não prevê nenhuma contingência para o atraso do projeto ou o seu abandono, caso as condições do mercado se tornem desfavoráveis. As regras do VPL comparam investimentos feitos hoje ou nunca mais realizados. Uma abordagem mais pertinente para projetos de alto risco deveria examinar um leque de possibilidades: investir hoje, ou esperar e investir no próximo ano, ou esperar mais e investir daqui a dois anos, quando se obtiver mais informações que aumentem a previsibilidade do projeto etc (Dixit e Pindyck, 1995). Enfim a metodologia do VPL desfavorece os projetos de alto risco, como aqueles de P&D radical.

Para melhor compreensão, cita-se um exemplo: suponha que se vai aplicar um investimento inicial de R$ 7 milhões em P&D, relativo às despesas que contemplem inclusive a construção de uma nova unidade piloto. Se mais tarde decidi-se continuar o projeto, ter-se-á que investir num módulo de escala comercial, que poderá resultar em três cenários com diferentes níveis de investimento: baixo – R$ 20 milhões; médio – R$ 40

milhões; ou alto – R$ 60 milhões. Para simplificar, assume-se que a probabilidade para cada situação é equivalente, ou seja, 1/3 da probabilidade de ocorrência. Assume-se também que haja duas possibilidades igualmente prováveis de receitas: baixa – R$ 25; e alta R$ 65 milhões. Seguindo a linha de simplificação considere que o tempo de execução e implantação do projeto seja curto e a taxa de desconto possa ser ignorada.

O investimento de R$ 7 milhões deve ou não ser realizado? Primeiramente, analisa-se o problema usando o VPL. O valor esperado para o investimento no módulo comercial é: (1/3 x 20milhões) + (1/3 x 40milhões) + (1/3 x 60milhões) = 40 milhões.

O valor das receitas é:
(1/2 x 25 milhões) + (1/2 x 65 milhões) = 45 milhões.
Por conseguinte, o esperado valor do lucro desta operação é R$ 5 milhões, o que não justifica o gasto inicial de R$ 7 milhões em P&D, portanto a análise convencional não recomenda o projeto.

Por outro lado, se for realizada a aplicação em P&D, pode-se reduzir o grau de incerteza e descobrir qual das três possibilidades de investimento para o módulo comercial será requerida. De posse deste dado, estaremos aptos a tomar a decisão de seguir ou não o projeto. Então os R$ 7 milhões investidos na pesquisa criam a oportunidade, ou seja, o direito sem a obrigação de proceder aos investimentos posteriores.

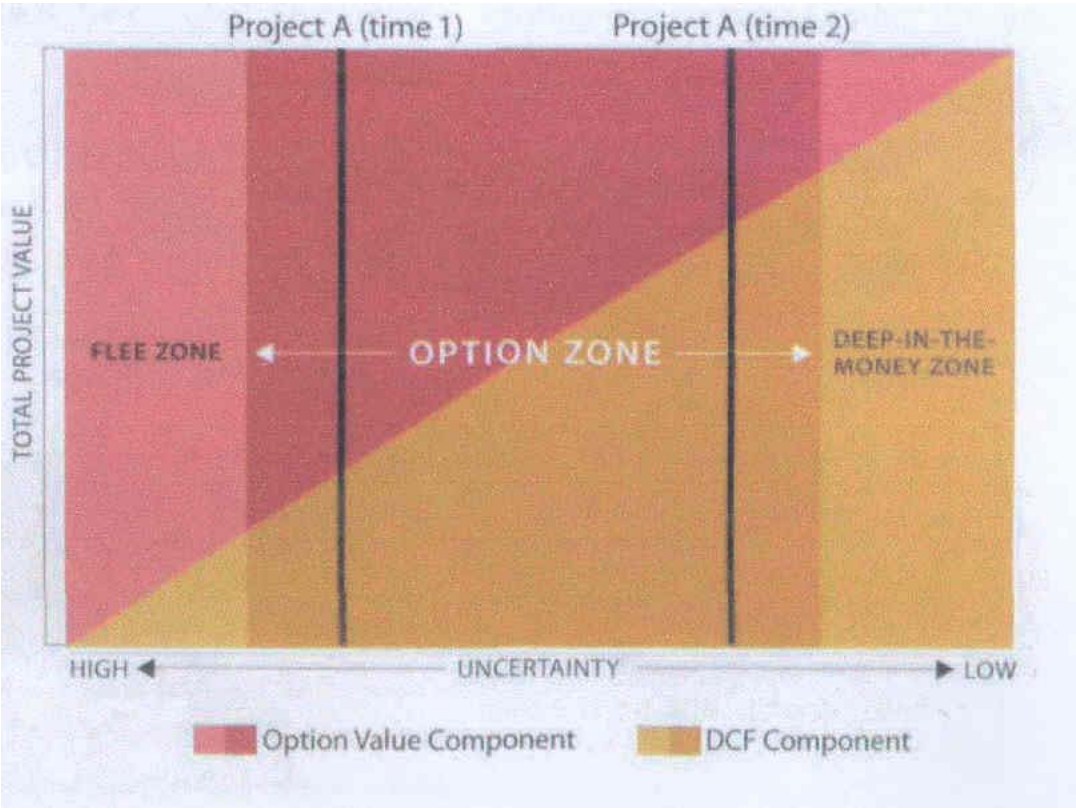
Desconsiderando as incertezas do mercado e supondo que a receita será sempre igual a R$ 45 milhões. Se o cenário de alto custo - R$ 60 milhões - se materializar, não seria executada a etapa de implantação do módulo de escala comercial e o lucro operacional seria zero. Nos outros dois casos prossegue-se com o projeto. O lucro operacional é R$ 45 milhões – R$ 40 milhões = R$ 5 milhões no caso de médio custo e R$ 45 milhões – R$ 20 milhões = R$ 25 milhões no caso de baixo custo. A probabilidade média ponderada do lucro operacional sobre todos os três resultados possíveis é:
(1/3 x 0) + (1/3 x 5 milhões) + (1/3 x 25 milhões) = R$ 10 milhões.
Isto excede o custo de P&D de R$ 7 milhões, portanto o investimento é justificável.

Putten e MacMilan (2004) recomendam que as Opções Reais sejam um complemento e não um substituto para a análise Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Cada parte relativa destas metodologias contribui no cálculo do Valor Total de Projeto (VTP), quando se lida com incerteza. Quanto maior é a incerteza, maior será o componente de opção e menor o componente FCD. Se o projeto é de alto risco, de modo que praticamente o VTP é composto pelo valor da opção, o VLP do seu componente do FCD é altamente negativo, caindo na zona de crítica (*flee zone*). O projeto só deverá ser executado no caso do seu VTP ser altíssimo. Por outro lado, se a incerteza é baixa e o VTP é composto quase que integralmente pelo valor do FCD, seu VPL será tão elevado que não é nem necessário calcular o valor da opção do projeto, este estará pronto para a execução (*deep-in-the-money zone*). Entre estes dois extremos, encontra-se a zona de opções, onde a contribuição da parcela relativa às opções reais é determinante no cálculo do VTP. Por exemplo, o Projeto A que é representado pela linha grossa vertical, no Quadro 14, localiza-se na zona de opções e progride ao longo do tempo de modo a reduzir sua incerteza, deslocando-se para a direita, à medida que aumenta o componente do FCD e diminui o componente relativo ao valor da opção.

Um aspecto importante é como a avaliação do risco é substancialmente modificada em relação à técnica tradicional, quando se adota uma técnica de opção. A título de ilustração, é apresentado um caso da indústria farmacêutica, no Anexo 4.

Há também alguns perigos relacionados ao mau uso do pensar opções. Os gerentes devem estar preparados para evitar o investimento em P&D, ou seja, decidir não exercer a opção de compra, quando o resultado das incertezas indicarem que as oportunidades futuras não são mais promissoras. A experiência sugere que isto não é uma coisa fácil de fazer, pois os projetos de P&D desenvolvem uma inércia por si só, sendo difícil cancelar um projeto (Faulkner, 1996, Leite, 2005a). Outro aspecto que deve ser evitado é a falsa noção que a teoria das opções, que normalmente privilegia projetos em que os investimentos futuros são muito mais altos que o investimento inicial, justifica a adoção da prática de espalhar investimentos em um grande número de projetos, ou seja, apostar um pouquinho em tudo.

Quadro 14 - Os Componentes do Valor Total do Projeto (VTP)



Fonte: Putten & MacMilan, 2004, *Box:Where the value comes from*

A Análise de Opções poderia ajudar a gestão duma carteira de projetos inovadora, como no caso do Cenpes. Entretanto esta ferramenta não deve ser vista como algo que vai atribuir valores financeiros absolutos aos projetos e determinar a sua relação benefício / custo, mas como uma metodologia de seleção para opções que competem entre si.

Não está disseminado, no órgão de P&D da Petrobras, o uso da metodologia de VPL para os projetos de P&D: quando muito se aplica a relação Benefício / Custo, com muitas restrições, pois existe uma dificuldade de calcular com um mínimo de precisão o custo do projeto, ao longo de sua evolução, deste a etapa de laboratório até sua implantação comercial. Para tal, necessita-se dispor do custo de cada tarefa nas distintas estações de

trabalho da organização e um planejamento bem detalhado do projeto. Além disso, é necessário ter o histórico dos desvios do planejamento por tipo de projeto, de modo que se possa aplicar um fator de correção para o cálculo do custo do projeto. Conseqüentemente, torna mais difícil ainda, o uso de técnicas mais sofisticadas que consideram aspectos de risco. É bom lembrar que a incerteza do *portfolio* de projetos desta organização tende a aumentar, se for seguida a diretriz do novo Mapa Estratégico do Cenpes, que coloca a inovação como fator crítico de sucesso para esta organização. Por conseguinte um esforço para efetivar o uso deste tipo de técnica seria recomendável, necessitando-se para tal, que se disponha de uma equipe financeira para apoiar melhor as atividades de P&D.

Principalmente em áreas mais novas, como por exemplo, na Gerência de Gás e Energia, em que há um grande leque de novas opções a explorar, com possibilidades de aplicação muito distintas e de alta imprevisibilidade de sucesso, pode-se aplicar metodologias deste tipo, de modo a priorizar os projetos mais promissores. A propósito, a indústria farmacêutica que investe elevadas somas em P&D, tem praticado a Análise de Opções, devido ao elevado risco de seus projetos e o longo tempo requerido para uma droga chegar ao mercado. Normalmente leva dez anos, pois esta tem que ser extensivamente testada – fase pré-clínica e clínica – antes de ser aprovada. Judy Lewent, CFO da Merck, comenta que foram desenvolvidos sistemas especializados, que se chamam *Merck Research Planning Model e Revenue Hedging Model.* Este ferramental é muito usado pela equipe de finanças da corporação, para avaliar cada programa relevante de P&D, num horizonte de 20 anos (Nichols, 1994). Nesta empresa há um grupo de Avaliação e Análise Financeira que faz o acompanhamento dos projetos, com o objetivo de direcionar os esforços de P&D.

Atualmente nas instituições de P&D brasileiras, inclusive no Cenpes, a aplicação de Análise de Opções Reais, apresenta dificuldades, a curto e médio prazo, devido à falta de uma cultura de estimativa e acompanhamento, ao longo do projeto, de custos e benefícios potenciais, bem como do uso da metodologia de VPL. Por outro lado, futuramente a aplicação de ferramentas financeiras que considerem aspectos de risco será essencial para

áreas que se requeiram grandes investimentos, pois as incertezas do *portfolio* de projetos só tendem a aumentar.

5.1.3 – Valor Comercial Esperado

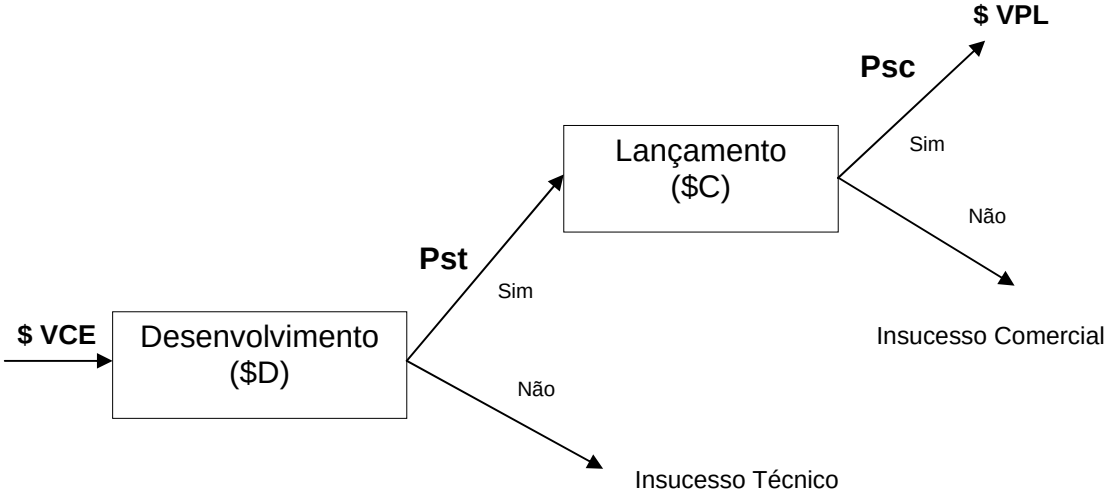
Este método visa maximizar o "valor" comercial do *portfolio*, sujeito a restrições orçamentárias. A companhia English China Clay, um grande produtor norte-americano de materiais especiais, com sede em Atlanta, Geórgia, aplica esta técnica que se baseia numa análise de árvore de decisão, considerando o fluxo de receitas do projeto e a probabilidade de sucesso tecnológico e comercial.

Há alguns pontos atrativos nesta abordagem, pois ao cálculo do Valor Comercial Esperado (VCE) estão incorporados alguns aspectos distintos, tais como:

- por ser baseado em uma árvore de decisão, reconhece que o projeto possa ser suspenso, sem que algumas despesas sejam incorridas e a tomada de decisão de continuar ou eliminar o projeto ocorre em etapas;
- o investimento realizado é descontado ao momento presente (não referido à data de lançamento), conseqüentemente não penaliza mais os projetos de longo prazo;
- é introduzido um fator relativo à importância estratégica do projeto.

O aspecto negativo deste método é a dependência da precisão dos valores de custo e de receitas, bem como das probabilidades de sucesso, como em outras metodologias financeiras. A seguir, no Quadro 15, é apresentada a metodologia de cálculo do VCE.

Quadro 15 – Método de Cálculo do Valor Comercial Esperado (adotado pela English China Clay Co.)



VCE = [(VPL*Psc*SI – C)*Pst - D]

$ VCE = Valor Comercial Esperado
SI = Importância Estratégica do projeto (1,2 ou 3 pontos)
Pst = Probabilidade de Sucesso Técnico
Psc = Probabilidade de Sucesso Comercial (dado ao Sucesso Técnico)
$D = Custo de Desenvolvimento
$C = Custo de Comercialização
$VPL = Valor Presente Líquido das futuras receitas do projeto (descontado para hoje)

Fonte: Cooper, 1997, Figura 1, pág. 20

5.1.4 – Técnicas Qualitativas

Há diversos métodos não financeiros e qualitativos para avaliar projetos de P&D. O método de aplicação destes critérios pode variar, sendo que os mais aplicados são: o método de perfil, a lista de verificação (*checklist*), e o método de pontuação. Este último permite que se atribuam pesos distintos aos critérios, diferenciando a sua importância e os projetos podem ser menos subjetivos e mais facilmente priorizados, considerando sua pontuação final. A discussão que se pretende será focada menos na forma e mais no critério, ou seja, no conceito que embasa a escolha do critério de seleção.

5.1.4.1 – Métodos Híbridos

É difícil encontrar empresas que adotem somente critérios qualitativos para seleção de projetos, não empregando nenhum critério financeiro. Normalmente este é contemplado e tem um peso elevado, sendo utilizado conjuntamente com outros critérios que são qualitativos, o que se chama de método híbrido. Um exemplo típico é a técnica *Analytic Hierarchy Process*, desenvolvida por Saaty (1980), que tem sido amplamente usada para o suporte à decisão. É um método que ajuda a decompor um problema de decisão complexa, construindo uma estrutura hierárquica em multi-camadas. A sua vantagem é tornar o método de pontuação mais confiável, pois auxilia e organiza o julgamento subjetivo dos tomadores de decisão. Os atributos de um determinado nível influenciam níveis hierárquicos superiores. O último nível é composto de n alternativas a serem avaliadas para a consecução do objetivo, comparando aos pares os atributos no mesmo nível. Por exemplo, o fator Tecnologia é avaliado considerando aspectos de um nível inferior na escala como: probabilidade de sucesso, custo, tempo de desenvolvimento, recursos disponíveis (Saaty, 1980; Liberatore, 1987).

Um aspecto qualitativo tido com essencial é verificar a aderência à estratégia de negócio. A empresa que tem o seu PE bem elaborado usa-o como direcionador de seus negócios. É importante focar as atividades da organização em suas competências essenciais. Por conseguinte, adotam-se critérios de seleção que visam nortear a carteira de P&D para: o foco e a aderência à estratégia empresarial; tipo de plataforma tecnológica (familiaridade com a tecnologia); linha de produto (familiaridade com o mercado); atendimento ao futuro mercado; posição competitiva; magnitude do projeto; e tipo de desenvolvimento (Cooper *et al*, 1998).

Algumas empresas costumam fazer a sua análise de *portfolio*, levando em consideração duas dimensões principais: Coerência com a Estratégia versus Atratividade, como é o caso da Petrobras. No Anexo 5, é apresentado o "Procedimento para Análise do *Portfolio* de Projetos de P&D", adotado recentemente num CTO do Cenpes. Este procedimento, embora híbrido, já ressalta a aplicação de critérios qualitativos, pois a

pontuação da atratividade está baseada nos seguintes critérios: Impacto Competitivo, Impacto Ambiental, Segurança Operacional, Abrangência, Potencial de Inovação e Exeqüibilidade. Entretanto na análise Risco x Recompensa é utilizada a relação Benefício/Custo, portanto contém também um critério financeiro. Um aspecto sujeito a crítica, é que no procedimento descrito, os graus atribuídos aos critérios têm somente três níveis, o que normalmente induz a uma preferência pelo grau médio.

Outra prática comum é a adoção das seguintes dimensões principais: Atratividade versus Capacitação da Empresa. A Atratividade do projeto é resultado de:

- Relevância Estratégica: importância estratégica da área tecnológica, leque de aplicação dos resultados do projeto, benefício para o posicionamento no negócio, relevância do negócio em que os resultados serão aplicados;
- Relevância Econômica ([9]): receitas, custos, retorno do investimento, probabilidade de sucesso comercial;
- Tempo de lançamento;
- Robustez: fatores normativos, fatores tecnológicos, fatores econômicos;
- Benefícios indiretos: benefícios industriais, benefícios ambientais, benefícios científicos.

Já a Capacitação da Empresa é medida pelas seguintes variáveis:

- Adequação aos recursos disponíveis: liderança disponível, especialização do grupo profissional, integração da P&D com outras funções, disponibilidade e adequação dos equipamentos disponíveis;
- Solidez da idéia: viabilidade técnica, clareza do objetivo final, clareza dos objetivos intermediários, benefícios potenciais de mercado, possibilidade de obtenção de patente;

([9]) Como citado é um critério financeiro, normalmente adotado juntamente com outros critérios qualitativos. Às vezes devido à dificuldade da geração de dados econômicos para o projeto, é adotado o benefício potencial ou o mercado potencial, fazendo-se uma análise comparativa simplificada entre os projetos.

- Fase de engenharia: recursos requeridos nesta fase, restrições à exploração industrial, experiência de industrialização, familiaridade com as tecnologias requeridas na fase de comercialização, facilidade de fabricação e de escalamento;
- Receptividade à exploração dos resultados do projeto.

Os critérios acima estão muito ligados à familiaridade com a tecnologia e com o mercado, o que, por um lado, acelera a implantação do projeto e sua exploração comercial, além de reduzir custos pela exploração dos recursos existentes na organização. Entretanto é pertinente comentar que esta abordagem reforça o dilema do inovador, enunciado por Christensen (2000), isto é, busca aumentar a competitividade da empresa no mercado existente, não incitando à exploração de novas oportunidades e mercados.

Recentemente várias empresas começam a adotar políticas mais agressivas de inovação e alguns parâmetros novos de atratividade surgem, tais como: relevância para criação de novos negócios, expansão da base de conhecimento etc. Para a capacitação empresarial são considerados aspectos como: acesso a recursos externos, originalidade ou grau de inovação.

5.1.4.2 – *Roadmap* Tecnológico

Esta técnica tem sido aplicada principalmente em empresas industriais para apoiar uma série de objetivos estratégicos. Há vários tipos de *roadmaps*, mas será focado o *roadmap* tecnológico, que tem sido usado com sucesso por muitas organizações, objetivando comunicar a estratégia tecnológica. Como citado no Capítulo 4, este pode tomar diferentes formas, dependendo do contexto particular da companhia, mas o propósito principal do *roadmap* é ajudar a equipe gestora e executora a ter a certeza que a capacitação requerida estará disponível no momento necessário para a consecução dos objetivos empresariais. Conseqüentemente é útil para alinhar esforços da organização, desenvolvendo uma visão compartilhada sobre quais os desafios futuros da organização e como enfrentá-los, ou que caminhos seguir para levar a organização a um futuro desejado. O *roadmap*

também é uma técnica que pode ser aplicada para estruturar e apoiar o *brainstorming* sobre o potencial futuro de tecnologias incipientes ou emergentes (Diessel *et al*, 2005).

Chiesa e Manzini (1998) apresentaram uma matriz tecnologia versus usos ou produtos, visando identificar competências a serem adquiridas, em sua proposta para a abordagem dinâmica da estratégia tecnológica. Recomendam que o trabalho seja feito em conjunto, principalmente envolvendo a área de P&D, *Marketing* – para o compartilhamento dos conhecimentos mercadológicos e comerciais, e a Produção – que deve aportar os conhecimentos relativos ao processo, ao funcionamento de equipamentos e sua disponibilidade, bem como ao emprego de materiais. A principal etapa do trabalho é a decomposição de produtos e processos em uso, por parte da empresa, em competências tecnológicas, comerciais e de produção. Estes autores sugerem a possibilidade de três diferentes concepções de *roadmaps*, que refletem como a empresa se posiciona no mercado. Estes são:

- *roadmap* da empresa reativa;
- *roadmap* da empresa pró-ativa;
- *roadmap* da empresa pioneira.

O *roadmap* da empresa pró-ativa já engloba uma visão de futuro, avaliando a possibilidade de integrar diferentes tecnologias ou adquirir novas para gerar novos usos e produtos. O *roadmap* característico das empresas pró-ativas requer um elevado conhecimento de aplicações, ademais de conhecimento técnico em uma gama variada de áreas de modo a permitir a exploração de possíveis integrações tecnológicas. Competências ou produtos obtidos, um dos dois ou ambos, contemplam algum grau de novidade para o mercado (Coutinho, 2004).

Esta matriz cruza competências (ou projetos de capacitação tecnológica) versos produtos / usos (aplicações), como apresentado no Quadro 16. Tome-se um exemplo, no qual a empresa possuiria as competências 1, 2 e 3, as quais gerariam produtos com propriedades adequadas para os usos 1, 2 e 3, nos segmentos 1 e 2. Para lançar um novo produto é possível que a organização requeira a combinação de uma competência 4, que

não está disponível (devendo ser desenvolvida ou adquirida), com as competências 2 e 3 para gerar uma nova aplicação no segmento 1, que já estaria sendo explorado pela companhia. A empresa poderia também integrar a competência 4 com a competência 2 de forma a gerar uma nova ou diferenciada aplicação a ser empregada no segmento 3, no qual a empresa ainda não atua. Este tipo de análise permite a exploração de distintas oportunidades, bem como explicita a necessidade de aquisição ou desenvolvimento de novas habilidades e competências de modo à organização ampliar seu futuro mercado (Coutinho, 2004). Como se busca a geração de inovações, para a abertura de novas aplicações e mercados e o foco são as atividades de P&D, mais especificamente a análise de uma carteira de projetos, a referida competência neste caso é uma capacitação tecnológica, ou mais precisamente, um projeto de capacitação tecnológica em uma nova área de conhecimento.

Quadro 16 – Integrando Competências para Desenvolver Produtos Novos e Diferenciados para o Mercado

Segmento 3					X
Segmento 2	X	X			
Segmento 1	X		X	X	
PRODUTOS	Existente no Mercado			Novo no Mercado	
	Prod./ Uso	Prod./ Uso	Prod./ Uso	Prod./ Uso	Prod./ Uso
Competência 1	X	X			
Competência 2	X			X	X
Competência 3		X	X	X	
Competência 4				X	X

X **Competência necessária já existente / segmento do mercado já explorado**

X **Competência a desenvolver / adquirir**

Fonte: Coutinho, 2004, Figura IV- 9, pág. 164

5.1.4.3 - *Roadmap* da Empresa Pioneira

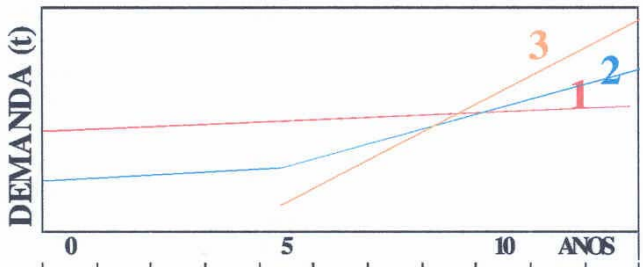
Para a empresa cujo foco é a inovação, o objetivo ao aplicar este tipo de técnica é estimular uma mudança organizacional de modo a atuar como pioneira no mercado, gerando um número elevado de inovações e buscando ser um ator expressivo, se possível dominante. Conseqüentemente, o aspecto dinâmico adquire relevância, realçando a dimensão tempo, de modo a se proceder à análise das perspectivas futuras do mercado, além de explicitar competências que devam ser adquiridas ou desenvolvidas para o estabelecimento de vantagens competitivas duradouras.

O Quadro 17 apresenta um exemplo de sua utilização, em que são explicitadas as competências necessárias para a produção e comercialização de produtos que têm ou terão presença significativa hoje, em um prazo de 5 anos e em 10 anos. Na parte superior, apresenta-se a evolução da demanda para cada um dos produtos analisados. O produto 1, nos três períodos analisados, precisa das competências 1 e 2 e a sua demanda deverá permanecer estagnada. O produto 2 precisa ser modificado, requerendo o desenvolvimento de uma nova competência 3, no prazo de 5 anos. Seu aumento de demanda é significativo conforme é apresentado na parte superior do referido quadro. O produto 3 não existe hoje, porém as necessidades do mercado exigem a criação deste novo produto com características obtidas a partir de uma combinação das competências 2, 3 com uma nova competência a 4. A partir do quinto ano sua taxa de crescimento será excepcional. A competência 3 poderia já existir, estando disponível no mercado, embora nenhum grupo tenha identificado ainda o seu valor.

A construção deste tipo de *roadmap* permite à firma identificar que competências ela deveria adquirir e quando elas seriam necessárias. A percepção da utilidade da competência 3 permitiria que ela fosse adquirida ainda a custo razoável, evitando a necessidade de desenvolvê-la. A empresa poderia então se focar no desenvolvimento da competência 4, totalmente nova para o mercado, para obter um forte posicionamento no setor, em questão de 10 anos.

As empresas pioneiras costumam tirar proveito deste tipo de análise que de alguma forma considera o processo descrito acima. As empresas pró-ativas, como as seguidoras rápidas, provavelmente acompanhariam a pioneira no produto 2 sem qualquer dificuldade, podendo algumas vezes ser inclusive a responsável pela mudança no ano 5 (uma diferenciação gerada pela integração entre competências). No entanto aguardariam a definição relativa ao produto 3, uma vez que a competência 4 é totalmente nova, o que poderia exigir elevados gastos de P&D. A empresa reativa aguardaria a consolidação da mudança no produto 2 e do produto 3 no mercado para começar a atuar (Coutinho, 2004).

Quadro 17 – Identificando as Competências Requeridas para o Futuro



	0			5			10		
	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 1	Produto 2	Produto 3
Competência 1	X	X		X	X		X	X	
Competência 2	X	X		X	X	X	X	X	X
Competência 3			X		X	X		X	X
Competência 4			X			X			X

X Competência necessária já existente / segmento de mercado já explorado
X Competência a desenvolver / adquirir

Fonte: Coutinho, 2004, Fig. IV-10, pág. 166

O uso deste tipo de *roadmap* exige uma habilidade determinante de inteligência competitiva. A empresa precisa ter capacidade de prever a evolução do mercado e mesmo o futuro da técnica envolvida com produtos a ela relacionados. O conhecimento das tendências futuras permite que a empresa possa se preparar para enfrentar os seus desafios, quer seja por treinamento específico e desenvolvimento de capacitação de seu pessoal

próprio, quer seja por contratação de trabalhos básicos em Universidades e outros Centros de Pesquisas. O produto final deste trabalho ressaltaria os projetos de capacitação tecnológica mais promissores, aqueles que dariam maior competitividade à organização, facilitando a priorização das atividades de P&D.

O Cenpes começa a explorar este tipo de ferramenta, agora que decidiu realizar o seu PE de longo prazo, colocando como horizonte de planejamento o ano 2030. O *Roadmap* Tecnológico ajuda a equipe gestora e executora a desenvolver, a tempo e a hora, a capacitação requerida para a consecução dos objetivos empresariais. Serve também para alinhar esforços na organização, desenvolvendo uma visão compartilhada sobre quais os desafios futuros da organização e como devem enfrentá-los. Requer habilidades de inteligência competitiva, pois a empresa precisa ter capacidade de prever a evolução do mercado e executar um bom monitoramento tecnológico, de modo a correlacionar futuras demandas do negócio com as capacitações tecnológicas necessárias para suprir bem o seu mercado ou explorar novos nichos de mercado. Uma vez bem preparado, o *Roadmap* serve de um bom norteador para a seleção e priorização das tecnologias portadoras de futuro, projetos de capacitação e inovação.

5.1.4.4 – *Value Roadmapping (VRM)*

Um grupo de professores do Centro de Gerenciamento de Tecnologia da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, desenvolveu uma ferramenta para suporte à valoração de tecnologias incipientes, ou emergentes. Como produto desta técnica, obtém-se um gráfico em que o potencial futuro de uma tecnologia é determinado ao longo do tempo e são explicitados os fatores facilitadores e restritivos à criação de valor. Deste modo um julgamento melhor do valor futuro da tecnologia pode ser obtido (Farrukh *et al*., 2005; Hunt *et al*, 2004; Dissel *et al*., 2005)

A técnica de VRM objetiva prover uma estrutura para explorar, comunicar, calcular, maximizar e gerenciar valor. Isto é feito de modo a mapear a proposição de valor de projetos e/ou programas de P,D&I ao longo de tempo, considerando os seguintes níveis:

- Tendências do mercado externo (sociais, econômicas, ambientais, tecnológicas e políticas), fatores internos de negócios que influenciam o desenvolvimento de produtos e tecnologias na área de interesse, incluindo eventos estratégicos e objetivos;
- Correntes de valor (fontes de futuras receitas e economias: produtos, serviços, negócios – equipamentos, instalações e tecnologia – redução de custo e risco e posicionamento estratégico). Todas estas correntes de valor se relacionam diretamente com a geração de receitas, exceto o posicionamento estratégico, que inclui todos os fatores não-financeiros que provêem os alicerces das fontes futuras de receitas;
- Facilitadores e restrições (desafios tecnológicos e não-tecnológicos e riscos, junto com ativos complementares e ações requeridas para explorar o potencial valor da tecnologia ou capacitação).
- Capacitação tecnológica obtida pelo investimento em P,D&I.

A proposição de valor que é explorada e mapeada no VRM dependerá do contexto estratégico ou cenário que norteia as discussões e define o direcionamento geral dentro da qual a inovação é desejada. É ainda uma ferramenta em desenvolvimento, que o passar do tempo revelará sua adequação, robustez e amplitude de aplicação.

5.1.4.5 – Julgamento de Especialistas e Intuição (*gut feel*)

Muitas empresas aplicam o julgamento dos especialistas e intuição para a valoração de tecnologias. Por exemplo, Pavia (1991) fez um levantamento dos métodos e critérios adotados na seleção de potenciais novos produtos em firmas empreendedoras de base tecnológica e descobriu que a maioria dos respondentes não usava métodos financeiros, mas preferencialmente baseavam-se na intuição de especialistas. Bannister e Remenyi (2000) relataram “atos de fé” e uso do instinto em decisões de investimento em empresas de tecnologia de informação. Eles argumentam que apesar do foco nas metodologias de avaliação, há uma carência de compreensão da complexa tarefa de atribuir valor a projetos e das limitações do resultado obtido. Este limite se torna evidente quando os tomadores de

decisão recorrem ao uso da intuição e outras formas informais e não-rigorosas de tomada de decisão.

Há também esforços em quantificar o julgamento dos especialistas e suas intuições, como descrito por Jagle (1999), que desenvolveu uma abordagem baseada em opções, que incorpora muito da intuição de profissionais experimentados da indústria, para a valoração das tecnologias em firmas que atuam na área de ciências da vida. É necessário que se reconheça a importância da experiência e da convicção do perito técnico, em situações complexas como na valoração de tecnologias, sem que isto signifique uma falta de rigor.

5.2 – Panorama Geral sobre as Metodologias

Considerando os métodos em uso corrente para a valoração de tecnologias em decisões de investimentos, fica claro que a adequação do tipo da técnica empregada é dependente do estágio de desenvolvimento da tecnologia. Por exemplo, o FCD é mais apropriado quando a tecnologia é relativamente madura, bem como seus produtos e aplicações e o seu mercado potencial está bem determinado. A Análise de Opções pode ser muito benéfica em etapas precedentes ao FCD, quando certa dose de flexibilidade é requerida. Métodos híbridos de análise de *portfolio* devem ser aplicados para balancear a carteira de projetos que incorpora tecnologias maturas e menos maduras. O uso de métodos quantitativos para o conjunto de tecnologias incipientes, além da dificuldade de sua aplicação, costuma apresentar um resultado duvidoso. Por outro lado técnicas de *roadmapping* podem ser aplicadas para nortear a seleção de tecnologias portadoras de futuro e a capacitação futura requerida pela empresa. Finalmente a literatura relata que a intuição e a opinião de especialistas também suportam a valoração de tecnologias e que é possível estruturar esta experiência.

5.3 – A Ilusão de Controle da Gestão do *Portfolio*

Como regra geral, os gerentes buscam critérios numéricos, racionais e pouco subjetivos para suportarem a sua tomada de decisão, mesmo que estes dados careçam de

boa precisão e em realidade proporcionem uma falsa ilusão de controle sobre o processo que desejam gerenciar. O processo de valoração de tecnologias incipientes não é nem um pouco trivial e é dependente de *insights*, conhecimento tácito, experiências acumuladas, visões e convicções.

O autor desta tese, no período de dezembro de 2000 a maio de 2005, gerenciou o Programa de Tecnologias Estratégicas do Refino – PROTER, do Cenpes, cujo principal objetivo é viabilizar o processamento de petróleo nacional de modo competitivo, com ênfase na conversão de frações residuais. O PROTER começou suas atividades em 1995, com a missão de adaptar o parque de refino da Petrobras, ao refino de petróleos pesados da bacia de Campos. As principais tecnologias de refino estudadas e aprimoradas pelo programa são: Dessalgação de petróleo, Craqueamento Catalítico Fluido, Coqueamento Retardado, Hidroprocessamento de Frações Pesadas do refino e Geração de Hidrogênio de correntes residuais.

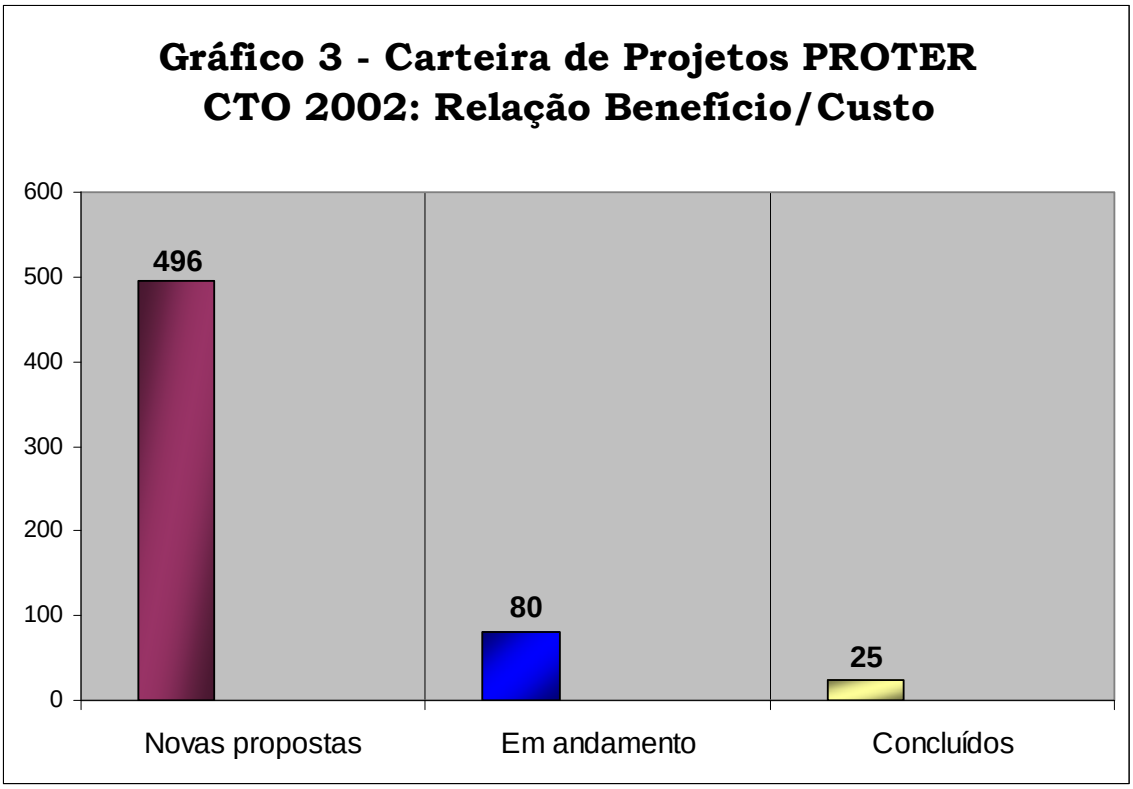
O programa produziu uma série de melhorias e inovações, sendo muito bem sucedido na área de Craqueamento Catalítico Fluido, pois desenvolveu tecnologia de processamento de frações residuais, o *Residual Fluid Catalytic Cracking – RFCC*, além de gerar uma série de patentes de processo, dispositivos e catalisadores, resultando num conversor proprietário, o *Petrobras Advanced Converter - PAC*. Este desenvolvimento foi comercialmente aplicado nas Refinarias de Capuava - São Paulo, Landulpho Alves de Mataripe – Bahia e Alberto Pasqualine - Rio Grande do Sul. Estas três unidades apresentam elevados níveis de conversão e produção de gasolina, proporcionando um rendimento de 330 milhões de dólares por ano, devido ao fato de processarem cargas de baixo valor econômico, sendo o seu tempo de retorno do investimento de aproximadamente dois anos. Esta experiência viabilizou também o surgimento da tecnologia de geração de produtos petroquímicos na unidade de Craqueamento Catalítico Fluido, o *Petrochemical Fluid Catalytic Cracking – PFCC*, tecnologia pioneira que será empregada no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ, unidade de produção de produtos petroquímicos básicos, que tem um esquema de processamento inovador, pois usa petróleo pesado como matéria-prima, em lugar de nafta ou gás natural.

Como todo o programa tecnológico, o PROTER anualmente realiza, com os seus clientes da área do Abastecimento, sua reunião de CTO, em que são apresentados os resultados dos projetos encerrados, avaliados os projetos em andamento e analisadas as novas propostas de projeto. O principal produto desta reunião é a carteira priorizada de projeto, o que norteia a aplicação de recursos e o esforço que deve ser despendido pela organização, para cada próximo ano. Além destas três classes de projetos existem também as de projetos cancelados e interrompidos, aqueles que se mostram inviáveis, pouco promissores ou por algum motivo temporariamente inadequados e que normalmente são rejeitados pelo CTO.

A carteira de projetos deste programa, que sempre teve um percentual de projetos inovadores acima da média do Cenpes, normalmente mostrava a relação de Benefício / Custo bem distinta para a média dos três grupos de projetos: novos projetos propostos, em andamento e encerrados, como é apresentado no Gráfico 3, o qual reporta a situação da carteira de projetos do CTO de 2002.

O fato da relação Benefício / Custo em média ser 20 vezes maior, quando a nova proposta de projeto é apresentada em relação ao valor na conclusão do projeto de P&D, é devido à falta de informações financeiras consistentes, quer seja do real benefício que o projeto poderia proporcionar, aumento de receitas advindo dos resultados dos projetos, quer seja do real custo do mesmo. Quando uma nova idéia ou projeto de tecnologia incipiente é apresentado, o que é relacionado como custo, normalmente é o dispêndio previsto de P&D, que está longe de corresponder ao custo da implantação do projeto no meio produtivo.

O custo real de implantação engloba as seguintes atividades: o custo do projeto básico; o custo do projeto de engenharia de detalhamento; o investimento nas instalações produtivas; o custo de treinamento da equipe operacional; o custo de condicionamento e partida da instalação, além do custo de lançamento do novo produto etc. Quanto aos benefícios, estes normalmente são superestimados, pois aspectos restritivos da inovação são negligenciados, como não atendimento às especificações, o impacto ambiental, a geração de subprodutos de difícil eliminação, ou a dificuldade de colocação do produto no mercado.



Fonte: Comitê Tecnológico Operacional do PROTER – Petrobras / Cenpes, 2002

À medida que o projeto amadurece, informações mais consistentes são geradas, resultando em perspectivas mais realistas quanto ao efetivo benefício do projeto. Este fato sempre causou desconforto e mostra a fragilidade dos parâmetros financeiros de avaliação de projetos de P&D, numa etapa em que a tecnologia é incipiente.

5.4 – A nova Proposta para a Gestão da Carteira de P&D

A P&D na Petrobras é extremamente diversificada, indo de demandas de curto prazo para satisfazer novas necessidades operacionais, como por exemplo, a seleção de catalisadores mais apropriados para a produção de combustíveis mais limpos, até projetos de muito longo prazo para atender demandas futuras, como o uso de hidrogênio como combustível. Como as demais companhias de energia, a Petrobras não pode prover recursos para todos os projetos que o seu negócio requer. Portanto é essencial procurar modos

inovadores de adquirir a tecnologia requerida através de um *mix* de contratos, parcerias e colaborações com a indústria e a academia, além do desenvolvimento interno próprio. Para atingir este objetivo a Petrobras requer um método estruturado de julgamento do valor relativo dos projetos de P&D necessários para a consecução de seus objetivos empresariais. Isto permite a companhia tomar decisões mais robustas onde deve focar os recursos de P&D, no curto e longo prazo, de modo a suportar melhor os seus negócios.

Como já explicitado, o cenário externo para a área de energia aponta para um ambiente mais incerto e incita ao trabalho em áreas da fronteira do conhecimento. Além disto, o Cenpes tem recebido sinalização positiva de seus clientes e da diretoria da Petrobras para ampliar sua capacidade de inovação e de prospecção tecnológica, atuando mais intensamente em P&D radical ou de ruptura (Beltrão & Almeida, 2004).

No final dos anos 90 e início deste século, devido ao forte alinhamento da área de P&D aos negócios da Petrobras e o eficiente atendimento às demandas operacionais dos clientes, estabeleceu-se uma carteira bastante conservadora de projetos. A alta administração do Cenpes teve então a iniciativa de criar um Subcomitê de Inovação, composto por dez especialistas com competência reconhecida em suas áreas de atuação, dando-lhe a atribuição de propor um Plano de Inovação, para um horizonte de três anos, assessorando-a em sua implantação. O objetivo geral desta iniciativa estratégica era propor a implementação de ações, no âmbito do Cenpes, para tornar a Petrobras mais inovadora. Foram então identificados oito vetores-chave para o sucesso da implantação e as ações foram classificadas segundo esses vetores e escalonadas em três fases: mobilização; consolidação das práticas de inovação; e incorporação das práticas de inovação. Atualmente o Plano de Inovação está em fase final de implantação no Cenpes. O trabalho de Beltrão e Almeida (2004) descreve bem as etapas preparatórias, o plano de gestão de mudanças e a primeira fase, que corresponde à etapa de mobilização.

Numa visão baseada no tempo de maturação, a aplicação das técnicas de avaliação e ferramentas de apoio à decisão para a seleção de projetos de P&D, depende do grau de evolução do projeto. O nível de risco e incerteza costuma ser inversamente proporcional ao

tempo do projeto e a adequação das citadas ferramentas depende da precisão dos dados disponíveis no momento de sua aplicação. Por conseguinte, uma possibilidade plausível a explorar é a divisão do processo de seleção, aprovação e acompanhamento da carteira de projetos de P&D em duas fases distintas. Estas são:

- A de seleção e priorização de idéias - fase que compreende a geração e a maturação da idéia, passando pela capacitação necessária na nova área de conhecimento, até a sua avaliação técnica preliminar. Isto objetiva selecionar as idéias ou projetos de tecnologias incipientes que passariam para a fase de desenvolvimento;
- A de desenvolvimento – fase que compreende as atividades mais estruturadas de P & D, objetivando verificar a viabilidade técnico-econômica das idéias, que já se encontram consubstanciadas em projetos. Neste caso, a metodologia normalmente em uso nos CTO's tem-se revelado satisfatória.

A divisão aqui proposta evita o uso, como ocorre atualmente, de um mesmo instrumento para a avaliação de idéias em fase estruturação ou projetos de tecnologias incipientes e para os projetos de P & D em fase de desenvolvimento. Estes normalmente apresentam um maior grau de previsibilidade, pois se dispõe de informações mais acuradas, dada a sua melhor estruturação.

Propõe-se na a primeira fase, uma nova metodologia de seleção e priorização de idéias, que se apresentam sob a forma de um projeto de tecnologias incipientes, de modo a proporcionar espaço para que esta idéia seja trabalhada melhor e não venha a ser descartada prematuramente por falta de informações econômicas e mercadológicas consistentes. Portanto a metodologia proposta deverá aplicar parâmetros mais qualitativos em lugar de quantitativos. Para os projetos que se encontram na fase subseqüente, fase de desenvolvimento, acredita-se que a metodologia aplicada atualmente nos CTO`s atende a contento. Obviamente toda a metodologia pode e deve ser aprimorada ao longo do tempo através de seu uso, mas este não é o foco desta tese.

O próximo capítulo é dedicado à discussão mais detalhada do ambiente empresarial, dos critérios de seleção e avaliação de projetos de P&D em prática e uma discussão sobre as premissas facilitadoras à inovação e paradigmas vigentes e futuros da gestão de inovação, de modo a se propor uma nova metodologia.

Capítulo 6 – O Ambiente Empresarial e a Geração de Inovações

Na busca de novas abordagens e critérios para a seleção de projetos inovadores, é necessário que se trabalhem os fatores habilitadores à inovação, que são pertinentes às empresas de base tecnológica. Neste tipo de organização, o conhecimento é vital para o seu bom desempenho, bem como deve fazer parte da cultura organizacional a tolerância ao risco e a visão de longo prazo.

Como citado no Capítulo 4, o complexo processo de geração de inovações é influenciado por uma série de fatores que se relacionam em diferentes níveis, tais como:

- ambiente externo – situação sócio-econômica, sistema educacional e políticas públicas;
- ambiente tarefa – setor produtivo, nível de competitividade, tipo de produto, situação do mercado e facilidade de parcerias;
- ambiente interno – recursos disponíveis, capacitação, base tecnológica, modelo de gestão e clima organizacional.

Farrukh *et al* (2000) num trabalho realizado junto à indústria aeronáutica e aeroespacial britânica, mostraram os pontos chaves do processo de gestão de tecnologia, que estão reproduzidos no Quadro 18. É importante que se esteja atento aos aspectos que impactam este processo, de modo que se busque atuar contributivamente, a fim de torná-lo mais efetivo.

Nesta tese são focados os aspectos facilitadores à geração de inovações, que estão ligados ao ambiente tarefa e interno à organização, ou seja, aspectos sobre os quais a empresa detém uma boa dose de controle ou pelo menos poderá diretamente influenciá-los, embora se reconheça que a inovação deva ser entendida como um produto de uma construção social, portanto, que esteja inserida num universo bem mais abrangente.

Quadro 18 - Pontos Chaves do Processo de Gestão de Tecnologia

Fonte: Farrukh *et al*, 2000, Figura 1, pág. 44

6.1 – Premissas Facilitadoras à Inovação

É através da inovação que a empresa cria valor a longo prazo, portanto um ambiente propício a inovação é fator primordial para o sucesso sustentável de uma organização. A seguir são apresentadas as premissas facilitadoras à inovação.

6.1.1 – Gestão do *Portfolio* de Projetos

O processo de gestão de *portfolio* de projetos é caracterizado por incertezas, mudança das informações disponíveis, oportunidades dinâmicas, múltiplos objetivos e

considerações estratégicas, aspectos sinérgicos e interdependência entre projetos, múltiplos tomadores de decisão, sendo multidisciplinar e multi-departamental. O processo engloba ou sobrepõe um número de processos de tomada de decisão dentro das áreas de negócio, incluindo revisões periódicas de todos os projetos, decidindo o corte ou continuação de projetos individuais ao longo de sua evolução e a contínua atualização da estratégia de novos produtos e de alocação de recursos.

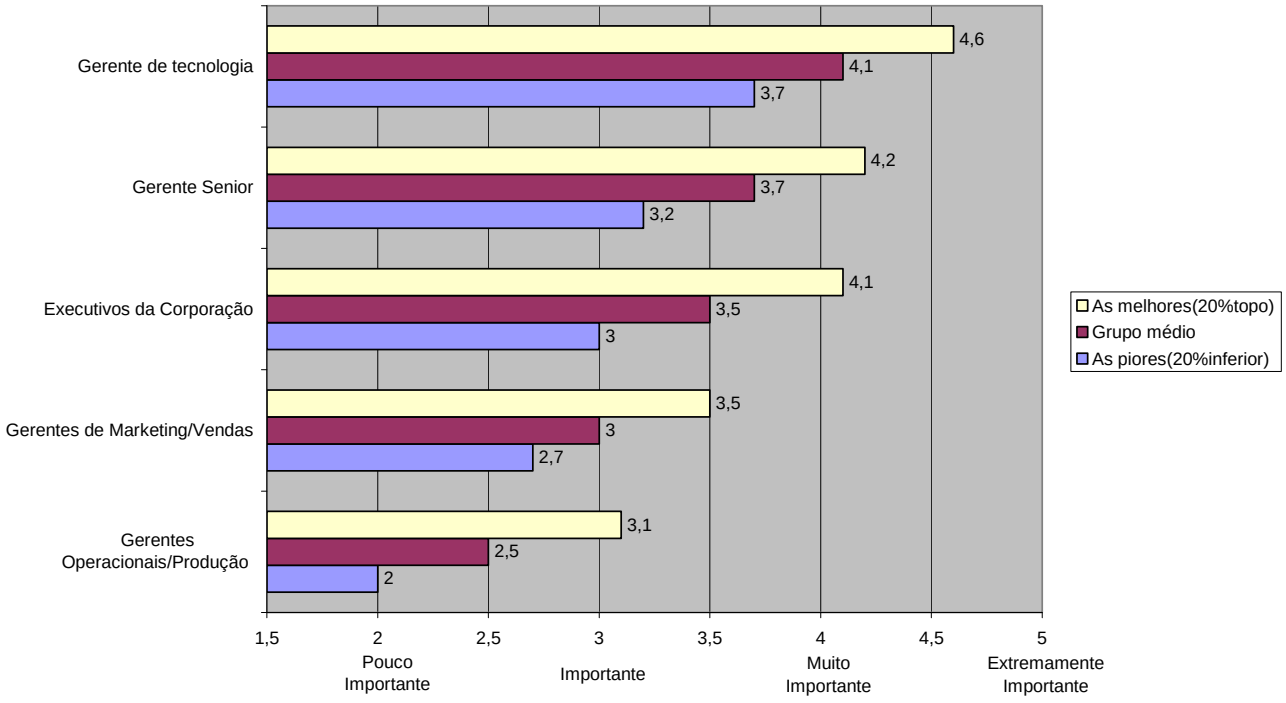
Cooper *et al* (2001) realizaram uma pesquisa, patrocinada pelo Instituto de Pesquisa Industrial do Canadá, sobre gerenciamento de *portfolio* de projetos de desenvolvimento de novos produtos, junto aos CTOs (*Chief Technology Officers*) de grandes empresas norte-americanas, que atuam nas áreas de: alta tecnologia, materiais processados, produtos industriais, químicos e materiais avançados, produtos de consumo, produtos de saúde e outros. Fizeram inicialmente um estudo exploratório com 30 empresas líderes, via entrevistas, o que ajudou a identificar os aspectos importantes da gestão de *portfolio*, métricas, metodologias aplicadas, critérios de seleção e ordenamento de projetos etc. Posteriormente foi preparado um extenso questionário para envio a um grupo bem mais amplo de empresas. O resultado da pesquisa pode ser considerado representativo, pois houve 205 respondentes, correspondendo a uma taxa de resposta de 25,8 %, que é elevada.

Como o sucesso da gestão de um *portfolio* depende de múltiplos aspectos e não pode ser medido por uma métrica simples, foi criada uma metodologia baseada em seis importantes parâmetros e por inferência avaliado o quão bem está funcionando a gestão do *portfolio* para estas empresas. Esta métrica foi desenvolvida durante o estudo exploratório e ajudou a identificar o que significa um bom *portfolio* de projetos.

Foi realizado um levantamento junto aos diferentes grupos de gestores destas empresas e solicitado que dessem uma nota de 1 a 5, o quão importante é a gestão do *portfolio* para a organização. O resultado desta pesquisa é mostrado no Gráfico 4 – Como a gerência percebe a importância da gestão de *portfolio*: as melhores versus as piores. Vê-se claramente que, as empresas de melhor gestão do *portfolio* (os 20% do topo) distanciam-se bastante das piores (as 20% da base), na importância atribuída à gestão do *portfolio*. Outro

aspecto interessante é a diferença de percepção entre as classes de gerentes. Obviamente os gerentes de tecnologia dão elevada importância à gestão do *portfolio*, mas os gerentes *seniors* e os executivos da corporação também lhe atribuem uma importância considerável, principalmente nas empresas de topo. Há uma percepção de importância muito menor nos gerentes de *marketing* e vendas e principalmente nos gerentes de produção e operação.

Gráfico 4: Como a gerência percebe a importância da Gestão de Portfolio - melhores x piores



Fonte: Cooper, 2001, Figura 18, pág. 375

As oito principais razões da importância da gestão de *portfolio* citadas pelos gerentes *seniors*, que tomaram parte do estudo de Cooper *et al* (2001), são:

- Financeira: maximizar o retorno do investimento, maximizar a produtividade da P&D, alcançar objetivos financeiros;
- Manter a posição competitiva no negócio e aumentar vendas e participação no mercado;
- Alocar de modo apropriado e eficiente os escassos recursos da organização;

- Fazer a ponte entre a seleção de projetos e a estratégia do negócio: o *portfolio* passa a ser a expressão da estratégia, devendo suportá-la;
- Para obter foco, evitando muitos projetos para recursos limitados e estimular a alocação nos bons projetos;
- Para balancear a carteira: obter o balanceamento correto entre curto e longo prazo, alto e baixo risco, consistentemente com os objetivos empresariais;
- Para comunicar bem as prioridades da organização, tanto verticalmente como horizontalmente;
- Para proporcionar melhor objetividade na seleção dos projetos e eliminar projetos ruins.

A gestão de *portfolio* não é uma tarefa trivial, as organizações têm muita dificuldade em executá-la, há um sentimento que existe um grande espaço para a melhoria neste processo. Entre as falhas mais citadas estão: falta de alinhamento com a estratégia de negócios; a baixa qualidade do *portfolio*, excesso de projetos de baixo valor ou inadequados para a comercialização; falta de foco, "túneis em lugar de funis" (Clark e Wheelwright, Quadro 6, Capítulo 2, 2.6.3), dificuldade de eliminar projetos ruins. De qualquer maneira ter um processo estabelecido e metodologias em prática para suportá-lo, que possam ao longo do tempo, pelo seu uso, serem aprimoradas é de grande valia para a geração de inovações (Pavia, 1991, Cooper *et al*, 1997 e 2001; Tidd, 1997, Chiesa, 2001, Dissel *et al*, 2005).

6.1.2 – Suporte da Alta Gerência

A inovação deve ser apoiada e cultuada pela alta gerência. As empresas líderes de mercado já entenderam a necessidade da inovação contínua, seus executivos maiores se envolvem em sua gestão e buscam construir uma estrutura empresarial que lhe seja facilitadora. É comum haver executivos no alto escalão da organização, com assento em sua diretoria, cuja principal função é fomentar e gerir a inovação. Estes profissionais normalmente recebem o título de CIO (*Chief Innovation Officer*), CTO (*Chief Technology Officer*) ou Gerente Executivo de P&D. Em realidade a inovação, ou melhor, a cultura da

inovação, deve permear por toda a organização, sendo uma atribuição de todos os seus profissionais, mas é muito positivo que haja pelo menos um gerente do alto escalão explicitamente responsável por ela.

Como mostrado na pesquisa executada por Cooper *et al* (2001), as melhores empresas são aquelas que seus gerentes *seniors* percebem a importância da gestão de um *portfolio* de novos produtos. Tidd *et al* (2001) afirmam que a inovação necessita ser entendida com um processo essencial ao negócio e isto só ocorre se a alta gerência estiver realmente sensibilizada e comprometida.

Atualmente, na Petrobras, a função tecnologia é entendida como essencial para os negócios da empresa, sendo um dos pilares de sustentação de seu PE. Graças ao sucesso do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Explotação para Águas Profundas – PROCAP, na década de noventa, a essencialidade das atividades de P&D à viabilização da carteira de negócios da empresa foi percebida e a postura de integrá-la ao PE e dar maior atenção a gestão do *portfólio* dos projetos tecnológicos foi adotada.

6.1.3 – Capacitação e Aprendizado Organizacional

A capacitação do corpo técnico de uma organização é tida como o elemento mais importante para a geração de inovações, por vários autores e estudiosos da área. Quem gera as inovações é o homem e o conhecimento e experiência são essenciais para que os *insights* criativos aconteçam. A organização deve continuamente investir em capacitação e treinamento do seu pessoal para fazer frente aos seus desafios. Só para lembrar, o Quadro 12 – Fontes de Novas Idéias e Inovação, no Capítulo 4, aponta como maior contribuinte os funcionários.

Na organização, o aprender deve ser entendido como uma tarefa prioritária do profissional, pois recursos humanos com a requerida capacitação necessitam estar disponíveis para a execução dos projetos. Inovação contínua requer aprendizagem contínua, pois os desafios da inovação tecnológica requerem novos conhecimentos e habilidades. O conhecimento facilmente se torna obsoleto e os desafios tecnológicos incitam a equipe a

estar continuamente se capacitando. É importante que os profissionais tenham a postura do "eterno aprendiz" e vislumbrem a possibilidade de seu contínuo desenvolvimento profissional. Isto normalmente reforça o compromisso com os objetivos da organização e atrai pessoas com vocação para a inovação, pois é necessário estar presente e potencializar características pessoais, tais como: iniciativa, curiosidade e paixão. Um alto nível de capacitação da equipe é condição essencial embora não seja suficiente para que produtos inovadores aconteçam.

A aprendizagem organizacional é outro aspecto essencial. A organização deve estar preocupada em registrar, codificar, divulgar e aprimorar o seu conhecimento, de modo que as experiências vivenciadas, as suas lições aprendidas, sejam divulgadas e potencializadas e passem a incorporar o acervo da organização. O conhecimento adquirido pelos especialistas na execução de suas atividades deve ser trabalhado, inicialmente, entre os pares. Nonaka.e Takeuchi (1997) chamaram esta etapa de *socialização*, o compartilhamento de conhecimento que gera a nova idéia ou conceito a ser aplicado do contexto do trabalho. Este acaba sendo explicitado por uma metáfora ou analogia, na etapa de *externalização*. O modelo de criação do conhecimento destes autores, na fase inicial do processo é baseado no conhecimento tácito dos indivíduos, mas já na sua gênese embute o sentido de equipe, de busca conjunta de uma solução inovadora.

É importante que o conhecimento gerado na organização vá sendo maturado e aprimorado, através de sua divulgação, na busca de sinergias e passe a se estabelecer em níveis organizacionais superiores. O conhecimento evolui num caminho de aprimoramento, do indivíduo ao grupo, ao setor, a divisão até promover a mudança necessária e incorporar-se à cultura da organização. A boa gestão do conhecimento contribui e habilita a gestão da inovação.

6.1.4 – Trabalho em Equipe

Outro fator importante para a inovação é o espírito de equipe, pois geralmente todos os projetos importantes são frutos de uma equipe multidisciplinar que trabalha de modo

sinérgico. Obviamente existem conflitos, pontos de vista distintos, pequenos problemas pessoais e vaidades a serem superadas, mas a visão compartilhada e os desafios comuns devem servir de aglutinadores, direcionando os esforços da organização. A integração da cadeia de inovação, do laboratório à produção, não é simples de ser obtida, mas é necessária para que ciência e tecnologia cheguem de modo rápido e eficiente ao meio produtivo. Deve-se evitar aquele tipo de projeto segmentado, onde as interfaces são pontos de estrangulamento e cada um faz a sua parte e o todo é esquecido. A transferência do conhecimento gerado, pela equipe de P&D e/ou de projeto básico e/ou de projeto de detalhamento ao grupo de produção é de suma importância. Ter o pesquisador e/ou o projetista acompanhando o teste industrial ou a implantação comercial do novo desenvolvimento, bem como ter o pessoal operacional acompanhando e participando de etapas importantes do projeto de desenvolvimento, quer seja na fase de P&D, projeto básico ou de detalhamento, objetivando facilitar a operacionalização do projeto são políticas facilitadoras para que as inovações se concretizem.

Workshops e reuniões de acompanhamento do projeto com toda a equipe envolvida, bem como reuniões de avaliação e de lições aprendidas ao término de cada etapa importante, ou ao final do projeto, são essenciais para que o Ciclo de Competências preconizado por Tidd (2006) se estabeleça.

6.1.5 – Tolerância ao Risco

Este tema já foi abordado algumas vezes ao longo desta tese, pois é essencial para a inovação que se crie uma cultura que lide naturalmente com a incerteza. Quem não quer se arriscar está fadado a ser um mero seguidor, nunca um líder de mercado.

Como regra geral, um novo desenvolvimento que pode resultar em vantagens competitivas significativas para uma organização tem um elevado grau de risco. A organização que se pretende inovadora tem que “suportar o fracasso!”, o fracasso inteligente, como o qualifica Dorothy Leonard (1995), aquele que muito ensina.

6.1.6 – Cidadania Organizacional

Os aspectos relativos à cidadania organizacional, como: salários; sistema de reconhecimento e recompensa; e relações de confiança, são críticos para proporcionar as condições mínimas para que um ambiente organizacional seja facilitador à geração de inovações. A pessoa que despende uma parte considerável de seu esforço mental diário em malabarismos para ver como consegue pagar as suas contas, dificilmente terá a tranqüilidade mental necessária para inovar, ou destinará a sua maior dose de criatividade para solucionar seus problemas financeiros.

As condições ambicionadas pelo ser humano ditas como higiênicas e de segurança, definidas por Maslow (1970), necessitam estar satisfeitas, para que o corpo técnico de uma organização venha a produzir inovações. Vale comentar que embora o dinheiro sempre possa ajudar e estimular um profissional a ser mais produtivo, a buscar a excelência, não parece ser um fator que se correlacione diretamente com a geração de inovações. Está se falando de um patamar mínimo que deve ser proporcionado ao profissional para que este possa atuar bem.

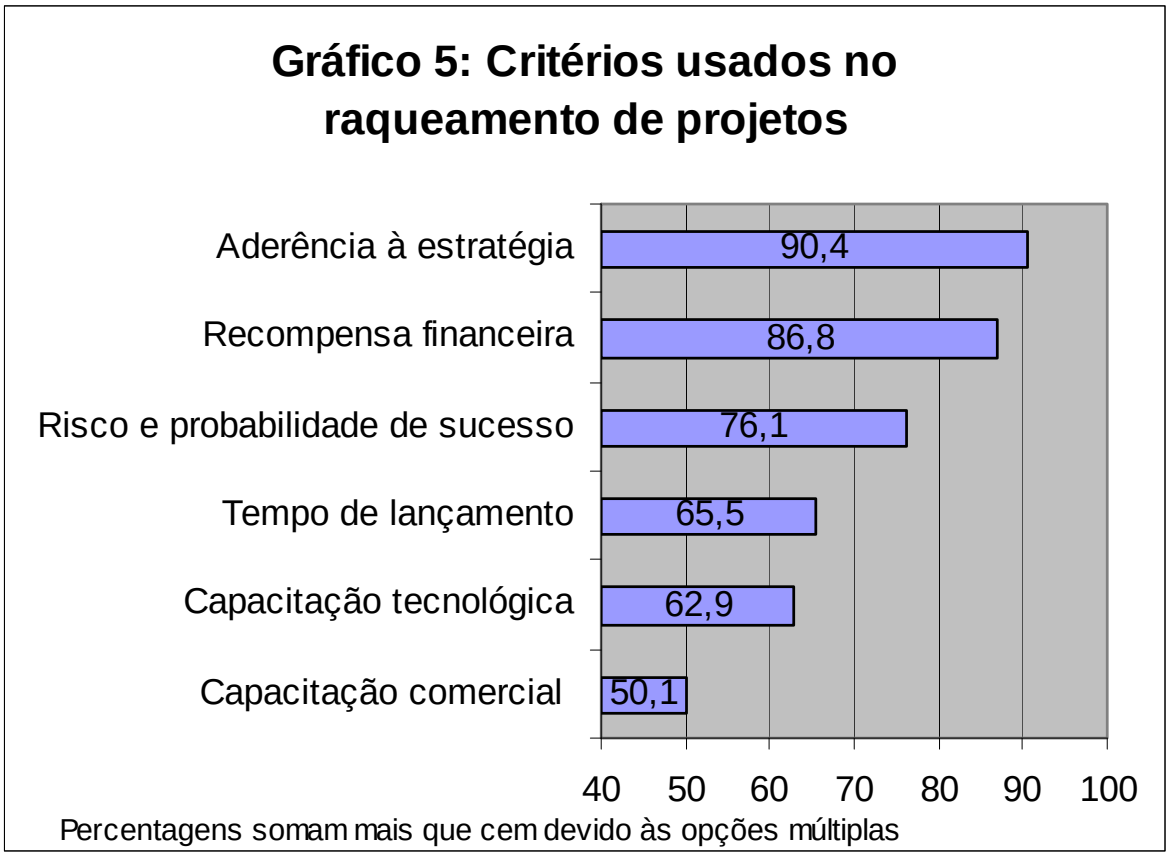
A valorização dos empregados tem sido apontada como fator crítico de sucesso em extensa literatura empresarial. O empregado sente-se prestigiado quando estimulado a participar, suas idéias são cuidadosamente consideradas e sua pró-atividade bem recebida. Para uma equipe de P&D é fundamental a autonomia técnica, a liberdade para desenvolver hipóteses e soluções. Em seus estudos sobre empresas inovadoras, Kim e Mauborgne (2001) concluem que um fator de sucesso é o reconhecimento pela empresa do mérito intelectual e emocional de seus colaboradores. Ter políticas de reconhecimento e recompensa efetivas é um diferencial de mercado.

A propósito, o talento vai para onde é reconhecido! Ser o melhor local para se trabalhar, como almejam as empresas de visão de longo prazo e pretendentes à liderança de mercado, é ser um local de enriquecimento e desenvolvimento do seu corpo de funcionários, onde estes se sentem à vontade para participar.

Por último, a confiança entre a equipe técnica e a gerência, entre os técnicos e seus pares e entre as equipes técnicas é essencial para que um projeto inovador se desenvolva bem. O sentimento de desafio comum, de busca de superação de desafios impulsiona a equipe. Num ambiente onde há muita desconfiança dificilmente as pessoas se expõem e estão dispostas a correr risco e trabalham confortavelmente em equipe. Simplesmente as idéias não circulam e não germinam. É essencial que uma idéia, uma vez concebida, seja exposta e criticada de modo a ser aprimorada. Além disso, em ambientes de alta incerteza e complexidade, uma boa dose de flexibilidade ajuda significativamente a consecução dos objetivos. Esta é uma qualidade tida como primordial para os inovadores, entretanto quando a desconfiança contamina o ambiente de trabalho, normalmente se estabelece um regime cartorial, em que cada um só faz a sua parte e atua segundo as normas e regras estabelecidas, dificultando a busca de soluções inovadoras. A falta de confiança é realmente bastante danosa à inovação.

6.2 – Análise Crítica dos Critérios de Avaliação para Projetos de P&D

Normalmente as empresas utilizam de 5 a 6 critérios para a análise de seu *portfolio*. Pretende-se fazer uma análise crítica dos seis critérios de avaliação para projetos de P&D mais adotados pelas empresas, os quais são listados no trabalho de Cooper *et al* (1998), como mostrado no Gráfico 5. Deve-se comentar que estes critérios são adotados indistintamente, isto é, tanto para projetos incipientes quanto para projetos de desenvolvimento. A análise que se pretende é verificar a sua adequação para aqueles. É de se esperar que deva ser levado em consideração, para a efetiva adequação do tipo de critério adotado na valoração de um projeto de P&D, o diferente grau de maturidade do mesmo. Além disto, tão importante quanto o conceito que é aplicado para esta valoração, é o grau de confiabilidade das informações disponíveis que suportam este critério.



Fonte: Cooper *et al*, 2001, Figura 14, pág. 372

6.2.1 – Aderência à Estratégia / Alavancagem das Competências Essenciais

O alinhamento estratégico é importante para o sucesso das empresas que buscam a inovação como um diferencial do mercado, segundo o levantamento da *The Global Innovation 1000*, da Booz Allen Hamilton (Jaruzelski e Dehoff, 2007). Teresa Pavia (1991) afirma que, embora a maioria das empresas não adote seu Plano Estratégico Anual como uma fonte de identificação para o desenvolvimento de produtos, as empresas líderes de mercado o fazem.

Deve ser considerado o quão bem um projeto se adequa à estratégia empresarial, de negócio ou de atuação no mercado (linha de produtos). Isto não significa que, caso uma oportunidade muito promissora seja aventada e esteja fora da estratégia vigente, deva ser eliminada de pronto. Neste caso deve ser discutido, se esta oportunidade não implicaria em

rever a estratégia estabelecida, adotando-se uma estratégia emergente. O nível de impacto financeiro desta nova oportunidade também tem que ser cuidadosamente avaliada e verificada a sua viabilidade.

Projetos que potencializam as competências essenciais da organização devem ser priorizados. Embora para muitas empresas, principalmente as grandes, não esteja bem claras quais são as suas competências essenciais, vale comentar que dificilmente uma empresa detém um número muito elevado de competências essenciais. Não quer dizer que não possa ter um conhecimento diversificado que viabilize uma atuação abrangente, mas geralmente atua com excelência, o que a diferencia dos concorrentes em negócios específicos, pois detém competência distinta que a habilita nesta área. O reforço das competências essenciais e a busca de sinergia entre o novo conhecimento que o projeto gerará, visando expandir estas competências ou gerar novas competências necessárias para atuação no mercado futuro, devem ser considerados nos critérios de avaliação dos projetos.

6.2.2 – Retorno do Investimento

A grande empresa química Hoescht [10] aplicava uma metodologia híbrida de análise de *portfolio* em que pontuava os projetos através de 19 perguntas, *Hoescht's 19-Questions Scoring Model* (Cooper, 1997), no qual o retorno do projeto era medido por:

- Contribuição efetiva à lucratividade (5 anos de fluxo de caixa: receitas menos custos acumulados antes de juros, impostos e taxas);
- Tempo de retorno tecnológico: número de anos de fluxo de caixa acumulado igual a todas as despesas previstas até a data de partida.

([10]) Hoescht, a tradicional empresa química alemã, sofreu um processo de desmembramento de suas distintas unidades de negócios, gerando novas empresas especializadas ou fundindo-se a outras empresas, que atualmente operam no seu antigo parque industrial. Como exemplo pode-se citar a Aventis e a Celanese.

Para uma empresa que tenha bem mapeados os seus custos e tenha larga experiência no desenvolvimento de produtos e apresente uma carteira de projetos conservadora, de modo que possa precisar os seus custos e receitas, tais critérios são muito pertinentes. Entretanto a tentativa de quantificação de retorno, para projetos de fronteira tecnológica, implicaria em incertezas tão elevadas, que perderia o sentido executá-la (Dissel *et al*, 2005; Hunt *et al*, 2003).

Atualmente, no Cenpes, convive-se com dificuldades práticas até mesmo para os projetos de desenvolvimento. Há dificuldade de calcular um fluxo de caixa descontado para projetos já bem estruturados. Discute-se a possibilidade de aplicação de opções reais, mas nenhum esforço foi, até então, concretizado. O que se costuma fazer é estimar a relação Benefício Potencial / Custo do projeto, com as falhas apontadas no capítulo anterior. Conseqüentemente, recomenda-se que a expectativa de retorno financeiro deva ser projetada para um universo de longo prazo, sendo contemplada em etapas posteriores do processo de inovação.

6.2.3 – Risco / Probabilidade de Sucesso

Geralmente o risco de um projeto de P&D é inversamente proporcional á sua probabilidade de sucesso. Numa curva S de desenvolvimento de uma tecnologia, a probabilidade de uma tecnologia embrionária não ser viável técnica e economicamente é elevada. Entretanto a possibilidade de ser obtida maior recompensa, se a tecnologia evoluísse para as fases crescimento e maturidade é muito maior. Contrariamente, quando uma tecnologia se encontra na fase madura, o retorno é menor, pois normalmente o projeto é de otimização. Este tipo de projeto foca melhorias no processo produtivo, visando à redução do impacto ambiental ou do consumo energético e de outros insumos de produção. Além disso, projetos de otimização podem objetivar também o aumento de escala ou pequenas variações em algum atributo do produto. O investimento em P&D neste tipo de projeto, geralmente, apresenta um baixo retorno, pois a relação benefício / custo é reduzida. Inclusive considera-se uma tecnologia em declínio ou pós-madura, quando esta relação é menor ou igual a 1.

Joe Tidd (1997) comenta que muitas empresas, quando sentem que a venda de algum de seus produtos está caindo, concentram esforços significativos tentando recuperar ou manter o seu nível de vendas, fazendo grandes investimentos em marketing e P&D de modo a mantê-lo no mercado, num patamar elevado de vendas. Este esforço normalmente apresenta um baixo retorno. Quando uma tecnologia ou produto atinge um estágio de maturidade, normalmente mais e mais recursos são necessários para evitar que o seu nível de venda caia. Em lugar de concentrar esforços em preservar um produto, a empresa não teria melhor retorno se buscasse lançar novos produtos? É uma pergunta que os gestores de um *portfolio* de projetos de P&D devem responder.

A simples adoção do critério risco / probabilidade de sucesso per si pode levar a empresa a privilegiar a manutenção de seu mercado e a permanência do seu *portfolio* de produtos (Christensen, 2000; O'Connor e Ayers, 2006). Isto significa a não exploração de novos produtos e mercados. É bom lembrar o que Levitt (1960) há muito já advogava, uma organização de sucesso deve buscar matar os seus produtos antes que a concorrência o faça.

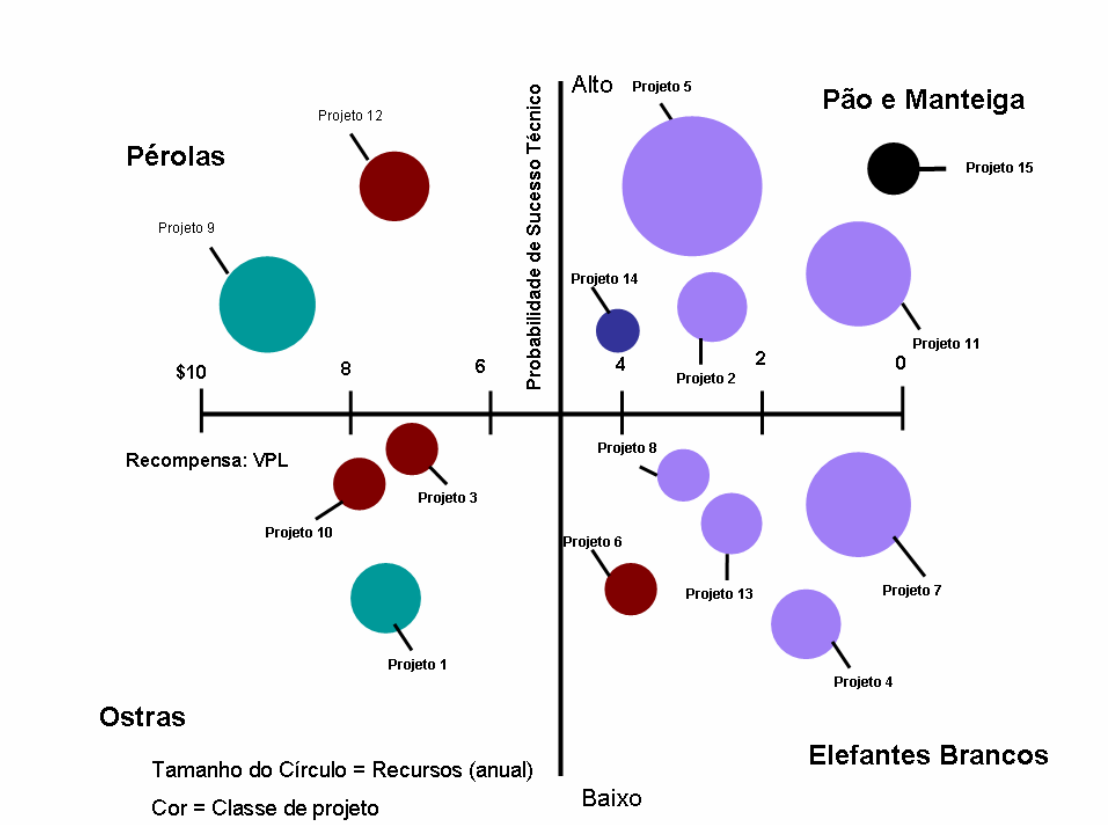
O critério de risco deve estar associado à análise de recompensa, pois estes parâmetros podem ser diretamente proporcionais. Muitas vezes embora a possibilidade de sucesso do projeto seja baixa, isto é, o projeto é de alto risco, caso a empresa seja bem sucedida, o nível de retorno também seria alto. Por exemplo, projetos que possibilitam obtenção de patentes e o estabelecimento de uma base de monopólio por um determinado tempo (Lele, 2003). Por conseguinte, o aspecto risco deve ser analisado conjuntamente a outros critérios, como o de apropriação (obtenção de patentes e dificuldade de imitação pela concorrência) ou atendimento às demandas latentes do mercado (expansão de mercado) etc.

A propósito, o último CTE da área Gás, Energia e Desenvolvimento Sustentável da Petrobras – COMEG 2006, realizado em 06/12/2006, estabeleceu como uma das Diretrizes de Gestão: "Incentivar o desenvolvimento de projetos tecnológicos de alto risco e alta recompensa, alocando de 20 a 25% dos recursos orçamentários de P&D do segmento Gás, Energia e Renováveis neste tipo de projeto" (Petrobras, 2006).

Cooper *et al* (2001) mostram um mapa de *portfolio* de projetos, diagrama de bolhas em quadrantes, cujos parâmetros dos eixos são Probabilidade de Sucesso Técnico versus Recompensa (no caso VPL), como mostrado no Quadro 19. Mais uma vez o critério financeiro foi levado em consideração, porém poderia ser adotado um critério qualitativo, através do julgamento de especialistas, considerando aspectos como os citados, apropriação e expansão do mercado. O interessante neste mapa é o paralelo com o modelo de um *portfolio* de produtos – BCG Matrix: estrela, vaca leiteira, cachorro, ponto de interrogação (Ghemawat, 1997; Mercer, 1993; BCG, 2008), gerando um mapa com parâmetros distintos, sendo que neste caso a análise é focada em projetos de P&D.

De qualquer modo o critério risco per si não deve ser cotejado para a seleção de projetos de tecnologia incipiente, em uma organização que pretende estimular a inovação, pois inovar é correr risco.

Quadro 19 – Típico Diagrama de Bolha Risco / Recompensa



Fonte: Adaptado de Cooper *et al*, 2001, Figura 8, pág. 369

6.2.4 – Tempo de Aplicação ou Lançamento

Projetos ligados às tecnologias incipientes são demorados por natureza, devem ser analisados dentro de uma ótica de longo prazo. Projetos de curta duração normalmente geram aprimoramentos de produtos ou otimizações de processos. Por conseguinte este critério também não é apropriado para ser aplicado a uma carteira de projetos de tecnologia incipiente.

A propósito, de todos os parâmetros utilizados para medir o desempenho das atividades de P&D do Cenpes, o de maior desvio sempre foi o tempo de execução dos projetos, sendo bastante comuns desvios de mais de 100% no prazo inicialmente previsto. Além das incertezas intrínsecas às atividades de P&D, há também uma série de outras razões que contribuem para tal: mudanças de escopo do projeto; mudança das bases do projeto; falta de precisão das informações dos clientes; atraso na obtenção dos dados das unidades produtivas, problema de manutenção de equipamentos de laboratório e unidades piloto, atraso na compra de equipamentos e obtenção de alguns recursos, etc. Obviamente o atraso na etapa de P&D refletir-se-á no tempo de aplicação do novo produto ou processo.

6.2.5– Capacitação Tecnológica

Um critério muito adotado é o de disponibilidade de capacitação tecnológica para a boa execução do projeto. Normalmente esta capacitação está ligada ao conhecimento e experiência do corpo técnico para o enfrentamento do desafio proposto, bem como a existência de metodologias, equipamentos e recursos disponíveis para a pronta execução do projeto. Esta abordagem é válida, pois garante que o projeto possa evoluir sem perder tempo em treinamento e capacitação de pessoas, dando uma melhor previsibilidade ao projeto.

Por outro lado, se este critério tiver um grande peso na seleção de projetos, mais uma vez se está privilegiando inovações incrementais em detrimento das inovações radicais. Isto favorece a extensão e otimização de projetos dominantes e o aprimoramento

de produtos existentes. Se o foco é tornar a organização mais inovadora, este parâmetro deve se desprezado ou ter peso pequeno entre os critérios de seleção.

6.2.6 – Capacitação Mercadológica ou Comercial.

Não basta o êxito tecnológico, o lançamento de um novo produto requer conhecimento do mercado. O sucesso comercial de um produto está ligado a inúmeros aspectos que transcendem em muito as atividades de P&D. Um bom *marketing* é essencial para o sucesso do produto, bem como o conhecimento do mercado, entender como atuam seus atores: concorrência, clientes e sua segmentação, canais de distribuição, logística, intermediários, comerciantes etc.

As empresas normalmente fazem análise de familiaridade quanto à tecnologia e quanto ao mercado. É obvio que há um risco que deve ser bem avaliado, quando a empresa tem em seu *portfolio* o projeto de um produto sobre o qual não detém o conhecimento específico de seu mercado. Isto é levado em conta na seleção dos projetos e neste caso normalmente as empresas tentam desenvolver parcerias que agreguem o conhecimento requerido. Entretanto se colocar a familiaridade com o mercado como um critério muito relevante, mais uma vez, se está priorizando a expansão e manutenção de mercado para o *portfolio* atual de produtos em detrimento da exploração de novos mercados.

Por conseguinte, dos seis critérios comumente usados no ordenamento de projetos pelas empresas (Gráfico 5), somente a "aderência à estratégia" é totalmente pertinente para a análise de uma carteira de projetos inovadores incipientes.

6.3 – O Desenvolvimento Sustentável

A reação da sociedade contra o processo de degradação ambiental remonta há cerca de três décadas, época em que a maioria das Organizações Não Governamentais (ONGs) existentes começou a lidar com esta questão, registrando-se a partir daí uma história de árduas e longas lutas contra os agentes predadores do meio-ambiente (Vinha, 2000).

No entanto, apesar das concepções básicas do ambientalismo empresarial terem sido construídas a partir da Conferência de Estocolmo de 1972, seu marco histórico ocorre somente em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, em junho deste respectivo ano. Em tal conferência, desenvolveu-se e criou-se um consenso favorável à sustentabilidade ambiental, tendo sido o ponto de partida de fortes e consistentes críticas em relação ao estado terminal de um modelo de desenvolvimento econômico que cresceu em choque com a preservação da natureza.

Com Elkington (1997), o ambientalismo empresarial assume uma forma mais completa e adequada ao contexto mundial contemporâneo, buscando integrar as dimensões sociais e ambientais nas estratégias econômicas, a abordagem tríplice da sustentabilidade corporativa (*triple bottom line*), ou seja, a conjugação de prosperidade econômica, qualidade ambiental e justiça social.

A preocupação dos gestores e dos governantes com as principais questões relativas ao desenvolvimento sustentável aumentou consideravelmente na década de 90 e intensificou-se em 2002 com eventos como da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, promovida pela Organização das Nações Unidas, realizada em Joanesburgo, África do Sul.

Conscientes dos impactos da globalização sobre o desenvolvimento sustentável, os gestores passam a incluir em suas agendas iniciativas no sentido de: mudar as evidências observadas em ecossistemas e sistemas de apoio social ameaçados; reduzir o distanciamento entre ricos e pobres; preservar os recursos naturais para as próximas gerações; e minimizar os efeitos negativos da globalização em mercados emergentes (Almeida, 2006). Conseqüentemente a sociedade civil vem reforçando seu espírito crítico, determinando o que é aceitável e o que é intolerável, por temer os danos potenciais de novos produtos e serviços à saúde dos indivíduos, aos sistemas sociais estabelecidos e aos diversos ecossistemas.

Atualmente as empresas se defrontam com o desafio de configurar novos processos de formulação de estratégias corporativas que, além de visar à manutenção de uma posição de destaque no mercado, sirvam também para legitimar a gestão do relacionamento entre a empresa e seus públicos de interesse, sob pena de ver sua legitimidade contestada e de perder oportunidades de negócios pelo efeito das ações destes agentes. As multinacionais na sua busca incessante de crescimento para satisfazer seus acionistas sentem o aumento do questionamento, em várias regiões do globo, sobre sua postura em relação à degradação ambiental, exploração do trabalho, hegemonia cultural e autonomia local (Stuart e Christensen, 2002).

Na prática, a incorporação das questões sociais e ambientais no âmbito empresarial não é tarefa trivial, pois os problemas não se limitam a reações de causa e efeito, envolvendo a participação apenas da empresa. Todavia, as políticas e diretrizes de responsabilidade social, se associadas à estratégia global de negócio, serão capazes de desencadear inovações tecnológicas e organizacionais que reduzirão os custos totais de produção, aumentarão o valor agregado perante o mercado e melhorarão a imagem e reputação da organização.

Um exemplo desta prática é o Programa de Atuação Responsável da Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM, que tem como missão: "Promover o aperfeiçoamento da gestão das empresas químicas brasileiras e de sua cadeia de valor, de forma a assegurar a sustentabilidade ambiental, econômica e social de seus processos e produtos, bem como contribuir para a permanente melhoria da qualidade de vida da sociedade".

Este programa foi criado em 1992, através da adesão voluntária das empresas. Desde então vem evoluindo, ajudando as empresas a atingirem melhores patamares de desempenho nas dimensões saúde, segurança e meio ambiente. Os resultados obtidos são expressivos com redução significativa de parâmetros como: volume de efluentes lançados; emissão de dióxido de carbono; taxa de freqüência de acidentes com afastamento; custo do tratamento de efluentes por t de produto; e outros. O objetivo maior é que as empresas

pratiquem os princípios de atuação responsável e alcancem o patamar de "Gestão Segura", num futuro próximo.

Um dos objetivos deste programa é também aumentar a credibilidade da indústria química. Uma forma de procurar estreitar o diálogo entre esta indústria e suas partes interessadas é a instituição de Conselhos Consultivos, formados por membros representativos da comunidade / sociedade e integrantes da indústria. Os Conselhos Consultivos discutem os temas ligados à atuação responsável de forma aberta, buscando respostas e soluções efetivas para os problemas levantados. Em 2004, como parte do processo de revisão do programa, foi criado o Conselho Consultivo Nacional – CCN, reunindo personalidades de diferentes áreas e setores. O CCN colabora com o desenvolvimento do Programa Atuação Responsável por meio de recomendações que buscam refletir as expectativas da sociedade em relação às atividades da indústria química brasileira.

A aderência do PE de uma empresa à filosofia de desenvolvimento sustentável e responsabilidade social, para resultar em ações concretas, necessita ser desdobrado em diretrizes, processos e metodologias a serem praticados pela organização. A Petrobras sempre acompanhou ativamente este movimento evolutivo, incorporando políticas e práticas que o reforçam aos seus processos administrativos e metodologias de gestão. Isto se reflete na própria missão da empresa que é: "Atuar de forma segura e rentável, com responsabilidade social e ambiental, no mercado nacional e internacional, fornecendo produtos e serviços adequados às necessidades dos clientes e contribuído ao desenvolvimento do Brasil e dos países onde atua" (Petrobras, 2007).

O PE Petrobras 2020 – Plano de Negócios 2008 – 2012, emitido em agosto de 2007, apresenta atributos e fatores que influenciam positivamente a organização rumo à sustentabilidade e à responsabilidade social, tais como:

- É explicitado como atributo da Visão 2020, tornar-se uma referência em responsabilidade social e ambiental e o inequívoco comprometimento com o

desenvolvimento sustentável, além de tornar-se uma referência mundial em biocombustíveis;

- São estabelecidas diretrizes corporativas específicas para a sustentabilidade de seus projetos, empreendimentos e produtos, bem como para a eco-eficiência de suas operações (Petrobras, 2004; e 2007);
- Há o compromisso da alta administração em implantar a gestão estratégica de tecnologia baseada na abordagem tríplice da sustentabilidade corporativa;
- Como foco dos novos Projetos Estratégicos, na área de mudanças climáticas: "atingir patamares de excelência, na indústria da energia, quanto à redução da intensidade de emissão de gases de efeito estufa nos processos e produtos, contribuindo para a sustentabilidade do negócio e para a mitigação de mudança climática global;
- Como foco dos novos Projetos Estratégicos, na área de tecnologia: "ser referência mundial em tecnologias que contribuam para o desenvolvimento sustentável da companhia nas indústrias de petróleo, de gás natural, petroquímica e de biocombustíveis.

Esse alinhamento se traduz na manutenção de instalações e operações em conformidade com as determinações das leis e regulamentos federais, estaduais e municipais referentes à proteção do meio ambiente, bem como com a adoção de normas e metas específicas de controle ambiental de padrão internacional, promoção de programas de conscientização para o uso racional dos recursos naturais e investimentos em produtos que reduzam o impacto ao meio ambiente.

Além disto, o seu relacionamento com os colaboradores internos, clientes, fornecedores, com as comunidades em que estão inseridas suas unidades produtivas e com a sociedade em geral, pauta-se pela conduta ética, transparência de propósitos e pelo compromisso com a evolução constante. Os programas sociais desenvolvidos pela companhia são focados na educação e na capacitação profissional como forma de inserção social.

Na metodologia de análise de *portfolio* de projetos de P&D, desde o início dos anos 90, foram introduzidos dois critérios novos de atratividade, que demonstravam a aderência aos princípios do ambientalismo empresarial, estes foram: Impacto ambiental e Segurança Operacional. Muito recentemente (Petrobras, 2007), discute-se a pertinência da inclusão do Impacto Social como um critério de atratividade do projeto. Por conseguinte, recomenda-se a manutenção daqueles e a adoção deste novo critério na seleção de novos projetos, de modo que seja realçada e estimulada esta abordagem mais ampla da sustentabilidade corporativa.

6.4 – Paradigmas Convencionais e Novas Abordagens

No ambiente de inovação, como Tidd (2006) advoga, há uma estreita relação entre as competências estratégicas, o gerenciamento da inovação e o aprendizado organizacional. A gestão da fase inicial do processo de inovação tecnológica, o gerenciamento de idéias e de projetos incipientes, deve ser bastante flexível para não inibir ou limitar o fluxo criativo, isto é, deve estimular a aceitação ao risco e a busca por novos projetos dominantes ([11]), novos negócios e mercados.

Deve-se buscar a aderência à estratégia e à futura visão empresarial, privilegiando-se a exploração de canais de conhecimento, que levem ao crescimento sustentável, enfatizando o atendimento às futuras demandas sociais, principalmente às demandas latentes.

([11]) Conceito desenvolvido por Utterback (1996), em seu modelo de dinâmica de inovação, em que uma tecnologia, após a fase inicial do seu processo de desenvolvimento, ao chegar à fase transitória, assume um projeto dominante, sendo reduzida a taxa de inovação do produto, pois são cristalizadas as suas funcionalidades e características.

Nos final dos anos oitenta e início dos noventa, as boas práticas gerenciais recomendavam que se escutasse o cliente, pois "o cliente é o rei". É justo que uma empresa esteja preocupada em atender a sua clientela e dê ouvidos aos seus desejos, mas como Christensen (2000) afirma, geralmente, o cliente tende a expressar sempre o desejo de novos atributos e funcionalidades aos produtos existentes, solicitando mais qualidade e menores preços, não sendo a fonte inspiradora de novas linhas de produtos. Conseqüentemente além da "voz do cliente" deve-se ceder espaço à "voz não expressada", às necessidades latentes do mercado.

Também perde o sentido a ênfase normalmente atribuída à análise da adequação à capacitação tecnológica ou mercadológica (comercial), praticada pelas empresas. Estabelecer objetivos consistentes com os recursos existentes não é suficiente. É necessário buscar formas de desenvolver as competências essenciais para atuar bem no cenário futuro. Além disso, perde o significado centrar a atividade de P & D na busca da extensão dos projetos dominantes, já que o futuro aponta para novos processos / produtos e mercados e não se pretende o crescimento temporário, mas sim o crescimento sustentável.

A "cadeia produtiva" deve ceder espaço à "cadeia de conhecimento", já que estamos na era da economia do conhecimento, tanto que o valor de mercado dos negócios compreendidos pelo índice médio Industrial Dow Jones, mudou de 100% dos ativos tangíveis – valor contábil, em 1980, para 72 % de ativos intangíveis, em 1997 (Miller e Morris, 1999).

Novas proposições de valor devem ser exploradas, buscando a construção de novas curvas de valor, através de novos negócios (Kim e Mauborgne, 2001). Henry Chesbrough, da Universidade da Califórnia, Berkeley, alega que o contexto da inovação industrial está mudando de fechado para aberto, do desenvolvimento próprio para desenvolvimento de terceiros. Devido a ocorrência de uma série de projetos que falsamente se mostram não promissores e que posteriormente apresentaram valor comercial como: o microprocessador 8088 para o IBM PC da Intel; o projeto do software que se transformou na peça chave do WebSphere Internet da IBM; o composto UK-92480 para tratamento de hipertensão que

gerou o Viagra; e outros, este pesquisador advoga que novas métricas para inovação são necessárias, que normalmente os gerentes são hábeis em atuar em mercados conhecidos, em que os recursos próprios e dos competidores são bem entendidos, mas devem se preparar melhor para mercados mais voláteis. O novo gerente necessita de criar opções de futuros negócios, potencializar e estender o modelo de negócio e gerenciar as falsas negativas (Chesbrough, 2004).

A inovação tem um escopo muito mais amplo que qualquer função empresarial, tais como P & D, marketing e produção. Times multifuncionais são necessários para resolver os complexos problemas de inovação. A busca de agregação e preenchimento das lacunas existentes entre estas funções, bem como a captação de conhecimento e recursos externos, através de supridores, clientes e parceiros, torna-se essencial para a geração de inovações.

Consolidando o que foi discutido neste capítulo, são apresentados na Tabela 4, os paradigmas da gestão da inovação convencionais e uma nova abordagem que deve nortear o futuro e que se pretende adotar como base para o estabelecimento dos critérios de seleção de projetos inovadores.

Tabela 4 – Paradigmas da Gestão da Inovação:

Convencional x Nova Abordagem

Paradigma	**Convencional**	**Nova Abordagem**
Base de Análise de *Portfolio*	Quantitativa	Qualitativa
Critério	Financeiro	Estratégia de Negócio e Novos Negócios
Critério	Probabilidade de Sucesso	Análise de Risco e Recompensa
Risco	Baixo	Alto
Recompensa	Baixo	Alto
Aderência à Estratégia	Área de Negócio	Visão Empresarial Futura
Tecnologia	Extensão e Otimização do Projeto Dominante	Inovação
Mercado	Expansão do Existente	Novos Mercados
Foco	"Voz do Cliente"	"Voz não expressada"
Foco	Cadeia Produtiva	Cadeia de Conhecimento
Gerenciamento	De Projetos	De Idéias
Prazo	Curto e Médio	Longo
Crescimento	Temporário	Sustentável
Estratégia Corporativa	Prosperidade Econômica	Qualidade de vida
Associações	Ativos e Conhecimento Complementares	Alavancagem do Conhecimento
Custos	Otimização das curvas de valor	Construção de Novas Curvas de Valor

Fonte: Elaboração própria

Capítulo 7 - Proposição de Nova Metodologia para Avaliação de Projetos

Os executivos das grandes corporações se perguntam: "Por que temos tanta dificuldade de inovar?". O problema não é a falta de aconselhamento consistente e judicioso em como melhorar, pois há algumas diretrizes básicas:

- Estimule e gere melhores idéias;
- Olhe para fora da organização, busque novos conceitos e parceiros;
- Estabeleça mecanismos diferenciados de gestão e patrocínio;
- Proteja os novos e radicalmente diferenciados negócios dos antigos;
- Acompanhe rigidamente a execução.

Entretanto estas diretrizes estratégicas têm por base a suposição que as organizações enfrentam os mesmos obstáculos para o desenvolvimento de produtos, serviços ou novas linhas de negócios. O desafio da inovação é diferenciado de empresa a empresa e regras gerais comuns podem ser inúteis ou prejudiciais, quando aplicadas em diferentes contextos. Não há solução universal para organizações que pretendam melhorar a habilidade de gerar, desenvolver e disseminar novas idéias e inovações no mercado. Há algumas ferramentas que em determinados momentos do processo de gestão da inovação podem ser úteis, entretanto sua aplicação deve ser bem customizada para a obtenção de um bom resultado.

A gestão do *portfolio* de projetos é essencial para uma empresa que pretende gerar inovações, como citado no capítulo anterior. Normalmente são aplicados 5 a 6 critérios para a avaliação dos projetos. A princípio este número poderia parecer reduzido, mas não é bom expandi-lo muito, pois tornaria o processo de seleção tedioso e demorado. Atualmente, o Cenpes tem adotado de 8 a 9 critérios. É bom lembrar que se pretende gerar uma metodologia para seleção e priorização de projetos incipientes de elevado risco e recompensa, portanto se tem que gerenciar um número grande de idéias ou projetos embrionários para futuramente extrair qualidade.

No Cenpes, em diversos Comitês Tecnológicos Operacionais, que anualmente ocorrem, há um número considerável de novas proposições de projetos, chegando-se a faixa

de 20 a 30 novas propostas, que devem ser aprovadas e ordenadas, fora o acompanhamento e priorização da carteira de projetos em execução. Este número tende a aumentar, devido ao incentivo dos fundos setoriais, como o CT-PETRO, e as Redes Temáticas. Por conseguinte o número de critérios a ser praticado não deve ser muito superior ao praticado.

7.1- Diferenciando Idéias de Oportunidades

Um dos mitos a respeito de novas idéias, potenciais geradoras de novos processos, produtos ou negócios é que elas devam ser únicas, as famosas idéias revolucionárias. O fato de uma idéia ser ou não única não importa. O que importa é como se aplica a idéia, inédita ou não, de forma a transformá-la em um processo, produto ou serviço que faça a empresa crescer (Dornelas, 2001). As oportunidades é que geralmente são únicas, pois o empreendedor pode ficar vários anos sem observar e aproveitar uma oportunidade de desenvolver um novo processo ou produto, ganhar um novo mercado e estabelecer uma parceria que o diferencie de seus concorrentes. Segundo Peter Drucker (2004), as oportunidades são criadas, pois ele afirma: "A maioria das inovações resulta da busca consciente e intencional de oportunidades".

Uma idéia isolada não tem valor se não for transformada em algo viável de implementar, por exemplo, visando a atender a um público-alvo que faz parte de um nicho de mercado mal explorado. Entretanto isso só ocorre quando o empreendedor por trás da idéia conhece o mercado ou vislumbra uma oportunidade de ampliar ou buscar um novo mercado, tendo visão do negócio e explorando a idéia de um modo pragmático, no momento adequado, identificando suas deficiências, protegendo sua idéia e conhecendo sua concorrência.

Os critérios de avaliação escolhidos devem ter como foco sempre a futura exploração comercial da idéia ou projeto embrionário, portanto a visão da aplicação e do mercado é essencial. Não interessa se o fato gerador da idéia advém de uma necessidade ou oportunidade criada por uma oferta tecnológica. A questão é começar corretamente, respondendo a uma necessidade prática. Tem-se como principal desafio escolher um elenco

de critérios que facilitem a inovação e sejam portadores de futuro para a organização, conseguindo fazer uma filtragem inicial das idéias que são mais promissoras, ou melhor, as com maior probabilidade de serem implantadas e geridas com sucesso pela organização. Como afirma Passarela (1995), geralmente estas são aquelas que:

- Conseguem unir a satisfação das características próprias da organização – seus objetivos empresariais, pontos fortes e fracos, recursos e capacitações;
- A satisfação dos requisitos mercadológicos potenciais – atendimento ao nicho de oportunidades;
- E satisfazem aos requisitos intrínsecos a qualquer novo negócio (fatores críticos de sucesso de novos negócios).

Dentre este elenco de condições, a primeira está bem alinhada com os critérios geralmente adotados, atualmente, na seleção de uma carteira de projetos de P&D. Julga-se que é muito coerente para os projetos na fase de desenvolvimento. Pretende-se explorar as outras duas condições, propondo-se alguns outros parâmetros com o foco na seleção e priorização de idéias e projetos incipientes.

7.2 – Fatores e Parâmetros para Geração dos Critérios de Avaliação

Tomando-se como princípio as premissas facilitadoras à inovação, a análise crítica dos critérios comumente utilizados na avaliação de projetos de P&D e a nova visão de desenvolvimento sustentável, temas que foram explorados no Capítulo 6, propõem-se, então, fatores e/ou parâmetros novos, com exceção de alguns, que permanecem coerentes com esta nova abordagem, tais como: Aderência à Estratégia; Segurança Operacional; e Impacto Ambiental.

Como base para a geração dos critérios que favoreçam a avaliação e seleção de um *portfolio* de projetos incipientes, sugerem-se, como essenciais, os seguintes fatores:

- Aderência à Estratégia (alavancagem das competências essenciais);
- Visão holística (segurança operacional; impacto ambiental e impacto social);
- Risco e recompensa (em lugar de risco e probabilidade de sucesso);

- "Apropriabilidade":
    - Monopólio temporário
    - Acumulação de conhecimento tácito
- Potencial de agregação de valor (potencial de crescimento do número de produtos, serviços e de participação no mercado);
- Alavancagem em capacitação ou novos negócios (desdobramentos e *spin-offs*);
- Diversidade de concepções e conhecimentos agregados;
- Articulação e agregação de capacitação externa;
- Possibilidade de parceria tecnológica.

Estes fatores devem ser analisados e desdobrados em critérios específicos para avaliação de uma carteira de projetos incipientes, como apresentado a seguir.

7.2.1 - Aderência à Estratégia

É importante que os projetos em desenvolvimento na empresa estejam em acordo com a estratégia pretendida e seus macro-objetivos empresariais, pois caso contrário estar-se-ia pulverizando e desperdiçando recursos da organização. Quem não sabe para aonde conduzir seu negócio e como se posicionar no mercado a longo prazo, normalmente atua do seguinte modo: ou tem uma postura de oportunismo, atuando mais como um investidor que como um empresário de um segmento econômico, ou está às cegas, sendo simplesmente reativo ao mercado. Em ambos os casos, esta organização não atua com foco em sua sustentabilidade econômica e dificilmente desenvolverá atividades de P,D&I consistentes.

Projetos que reforcem e ampliem as competências essenciais da organização ou que visem o desenvolvimento de novas competências em consonância com os objetivos futuros da organização merecem especial atenção. É importante ressaltar que os órgãos de P&D e de Recursos Humanos (RH) de uma organização devem atuar de modo sinérgico e prospectivo, criando condições favoráveis para que as pretensões empresariais se concretizem. O órgão de P&D deve prover a antecipar soluções tecnológicas, por meio do processamento inteligente do conhecimento, de modo que as operações da empresa,

atualmente e futuramente, ocorram nos melhores níveis de eficácia, eficiência, produtividade e sustentabilidade. O órgão de RH deve apoiar a empresa de modo a captar e manter talentos, bem como desenvolver as capacitações requeridas para o bom desempenho da organização e para a concretização das metas empresariais futuras.

Ë prática corrente as empresas empregarem a aderência à estratégia como critério de avaliação de projetos, como cita o relatório da Booz Allen Hamilton Inc., de 2007 (Jaruzelski e Dehoff, 2007). Na maioria das vezes como premissa básica para a permanência ou eliminação do projeto, atuando como um critério crítico ou eixo principal de seleção. Este é o caso do Cenpes, que analisa a carteira de projeto face a dois eixos: coerência com a estratégia e atratividade.

Dada a sua importância, este critério deve permanecer na avaliação de projetos incipientes, sendo pontuado segundo a Tabela 5, a seguir.

Tabela 5 – Aderência à Estratégia

Grau	Critério
4	Alta coerência com a estratégia e objetivos empresariais
3	Média coerência com a estratégia e objetivos empresariais
2	Baixa coerência com a estratégia e objetivos empresariais
1	Muito baixa coerência com a estratégia e objetivos empresariais

Fonte: elaboração própria

7.2.2 – Visão Holística

Nos últimos anos, os aspectos relativos à sustentabilidade e responsabilidade social têm recebido uma atenção especial por parte dos gestores, devido ao aumento de informação e consciência social da necessidade de preservação do meio ambiente. Hoje o conceito de sustentabilidade extrapola em muito a visão de perpetuação da empresa e do negócio estabelecidos pela economia tradicional, incluindo o conceito de respeito e preservação ao meio ambiente; de segurança operacional e saúde ocupacional em qualquer

atividade produtiva, e de respeito e melhoria da qualidade de vida dos diversos *stakeholders*. Adota-se a expressão "visão holística" devido a esta preocupação com o todo.

Atualmente qualquer projeto ou empreendimento que impacte negativamente o meio ambiente ou que aumente o risco operacional das instalações produtivas não tem futuro. A tendência é oposta, substituindo-se tecnologias antigas mais poluentes e de maior risco, por aquelas limpas e seguras. Além disto, a empresa socialmente responsável tem obrigação de zelar pelo meio ambiente e contribuir positivamente para a sociedade. Para todo e qualquer novo empreendimento deve ser feita uma análise de impacto social, mitigando-se qualquer efeito negativo que por ventura possa ocorrer e maximizando o retorno para a sociedade.

Pelo acima exposto e pela análise realizada no item 7.3, é essencial que a abordagem tríplice da sustentabilidade corporativa (prosperidade econômica, qualidade ambiental e justiça social) seja adotada na seleção de projetos tecnológicos incipientes. O fator que se relaciona à prosperidade econômica de uma organização já foi abordado no item anterior através de sua "Aderência à Estratégia", portanto um critério que considere os dois últimos pilares da sustentabilidade deve ser adotado. Este critério deve enfatizar os aspectos de preservação do meio ambiente para gerações futuras, segurança operacional e impacto social. Sugere-se que este critério seja pontuado, segundo a Tabela 6, a seguir:

Tabela 6 – Impacto Ambiental / Segurança Operacional / Impacto Social

Grau	Critério
4	Melhoria de duas ou mais condições: impacto ambiental; e/ou segurança operacional; e/ou impacto social, pelos resultados do projeto e uso da tecnologia.
3	Melhoria de uma das condições: impacto ambiental; ou segurança operacional; ou impacto social, pelos resultados do projeto e uso da tecnologia.
2	Neutro em relação às condições de: impacto ambiental; segurança operacional; e impacto social.
0	Efeito deletério em relação a qualquer das condições: impacto ambiental; segurança operacional; e impacto social.

Fonte: elaboração própria

7.2.3 – Risco e Recompensa

Como se pretende que a metodologia estimule a geração das inovações, a aceitação do risco é essencial, conforme comentado anteriormente. A avaliação do risco e da recompensa deve ser feita de um modo qualitativo pelo julgamento de especialistas ou intuição, evitando-se a aplicação de qualquer técnica quantitativa, pois como já foi tratado o assunto no Capítulo 5, o grau de imprecisão é tão grande que perderia o sentido de sua aplicação.

Sugere-se que seja aplicado um sistema de quadrantes: alto e baixo risco; e alta e baixa recompensa. A pontuação deverá ser dada como mostrado na Tabela 7, a seguir:

Tabela 7 – Risco e Recompensa

Grau	Critério
4	Alta recompensa e baixo risco
3	Alta recompensa e alto risco
2	Baixa recompensa e baixo risco
0	Baixa recompensa e alto risco

Fonte: elaboração própria

7.2.4 – Apropriabilidade

Uma empresa que possua uma patente que lhe garanta o direito exclusivo de exploração de uma área de conhecimento ou tecnologia específica, conferindo-lhe um monopólio temporário, detém uma vantagem competitiva única. Ademais da clara vantagem econômica, passa a dispor de condições favoráveis para negociar associações e parcerias, além de ganhos de imagem. Alguns bons exemplos: as patentes de síntese e aplicação da zeólita ZSM-5 da Mobil (*US Patent 3,702,886*); a patente de recombinação do DNA de Cohen & Boyer da Universidade de Stanford (*US Patent 4,237,224 & US Patent 4,468,538*) ou mais recentemente a patente sobre citrato de sildenafil – o Viagra da Pfizer (*US Patent 6,469,012*).

A patente deve ser solicitada de modo que as reivindicações sejam consistentes e abrangentes o bastante para evitar que a concorrência facilmente a contorne (*patent clearance*), caso contrário a referida vantagem é perdida. O tempo de expiração de uma patente normalmente é de 20 anos, entretanto num mercado de concorrência acirrada e de rápidas transformações, imitações do conceito e/ou opções alternativas são desenvolvidas de um modo rápido, reduzindo o tempo de privilégio de invenção obtido.

A Petrobras, como praxe, em seus contratos com universidades e centros de P&D, exige cláusula de propriedade intelectual, na qual reconhece a autoria da patente, identificando todos os inventores como co-autores e solicita co-propriedade da patente com o direito de sua exploração livre de *royalties*. A Petrobras, no ano de 2007, comemorou sua milésima patente, fruto de seu esforço individual ou em conjunto com instituições de P&D. Por outro lado, não há uma cultura empresarial disseminada no país sobre a propriedade intelectual, havendo indefinições, inclusive a nível governamental, de como tratar estes direitos, por exemplo, no caso de projetos financiados pelas agências de fomento. Como também não há políticas e padrões definidos no caso de parcerias entre a academia e as empresas.

A apropriabilidade também pode acontecer por vantagem competitiva específica, que normalmente ocorrem nos casos de:

- Condições de suprimento, climático-geográfica e de logística especial – por exemplo, a condição favorável que o Brasil dispõe em relação à produção de biocombustíveis (etanol e óleos vegetais a baixo custo, devido a condições climático-ambientais favoráveis);
- A existência de ativo complementar específico. Por exemplo, no caso da Petrobras, que resolveu investir na produção de catalisadores do FCC, devido ao seu grande conhecimento de processo, tirando vantagem de sua facilidade de obtenção de feedback comercial;
- Por capacitação e acumulação de conhecimento, normalmente tácito, que seja difícil de imitar ou ser copiado pela concorrência.

Uma boa parte do conteúdo de um novo desenvolvimento ou tecnologia é dependente e resultante da *expertise* acumulada ou da trajetória tecnológica da organização. Neste caso a apropriabilidade será tão maior quanto mais determinante e exclusiva for esta capacitação.

Conseqüentemente se propõe que sejam considerados os dois aspectos, como critérios de avaliação de projetos incipientes, ou seja, a possibilidade de criação de um monopólio temporário, através da solicitação de uma patente, e a existência de uma vantagem competitiva específica. Nas Tabelas 8 e 9 são sugeridos modos de pontuação para ambos os critérios.

Tabela 8 – Monopólio Temporário (A1)

Grau	Critério
4	Patenteável com possibilidade de monopólio temporário ≥ 10 anos
3	Patenteável com possibilidade de monopólio temporário ≥ 5 anos
2	Patenteável (*)
0	Não patenteável

Fonte: elaboração própria
(*) Mesmo que a patente não tenha potencial de criar um monopólio temporário, pode ter valor comercial por garantir a possibilidade de atuar em uma determinada área de conhecimento ou pelo ganho de imagem que a companhia possa ter.

Outro aspecto positivo ao se considerar a possibilidade do projeto vir a gerar patentes, como um critério de seleção, é que isto força o proponente a fazer uma busca cuidadosa nos bancos de patentes e de artigos técnicos disponíveis. O monitoramento tecnológico tem sido muitas vezes negligenciado pelas empresas brasileiras, principalmente o levantamento do estado da arte, via bancos de patentes. Este é um aspecto essencial para evitar que se perca tempo reinventando a roda ou se descuide de aspectos de propriedade intelectual.

Tabela 9 – Vantagem Competitiva Específica (A2)

Grau	Critério
4	Ativo complementar, capacitação/expertise ou condição especial que garanta vantagens a longo prazo (≥ 10 anos)
3	Ativo complementar, capacitação/expertise ou condição especial que garanta vantagens a médio prazo (≥ 5 anos)
2	Ativo complementar, capacitação/expertise ou condição especial que garanta vantagens a curto prazo (até 5 anos)
0	Sem nenhuma vantagem competitiva específica

Fonte: elaboração própria

O grau final atribuído a Apropriabilidade deve ser a média dos dois critérios: Apropriabilidade = (A1 + A2)/2.

7.2.5 – Potencial de Agregação de Valor

Este fator está ligado ao potencial de crescimento do número de produtos e serviços e/ou ganho de futuro mercado pela aplicação do resultado do projeto ou uso de uma nova tecnologia. A idéia é privilegiar a possível abertura de horizontes que o fato de se atuar numa nova área de conhecimento possa gerar. Está também ligado ao outro fator acima listado, a alavancagem em capacitação ou novos negócios, além da possibilidade de geração de *spin-offs*.

Isto é um tanto difícil de quantificar com precisão, mas a elaboração pelo proponente do projeto de uma lista de possibilidades a explorar é um exercício muito válido, não só pelo seu estímulo à criatividade e à versatilidade na busca de soluções. Cabe o julgamento dos especialistas e gerentes, utilizando a sua intuição, discernir dentre as proposições quais contêm maior potencial de concretização, bem como eleger áreas de capacitação que sejam portadoras de futuro para a organização.

Julgar o quão promissora é uma proposição de projeto não é tarefa muito fácil, mas inovar é correr risco e escolher dentre algumas opções as que se crêem serem as melhores.

Por conseguinte, propõe-se que seja instituído este critério, cuja pontuação é sugerida na Tabela 10, a seguir.

Tabela 10 – Potencial de Agregação de Valor

Grau	Critério
4	Alto potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras
3	Bom potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras
2	Médio potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras
1	Baixo potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras

Fonte: elaboração própria

7.2.6 - Diversidade de Concepções e Conhecimentos Agregados

O grau de qualidade, complexidade e sofisticação dos produtos tem aumentado significativamente nos últimos anos. Atualmente, o cidadão comum lida com uma série de produtos de alta intensidade tecnológica e que dispõem de múltiplas funcionalidades. Por exemplo, a convergência de mídias em um único produto: como computador, correio eletrônico e telefone em um único aparelho, o *BlackBerry*. Geralmente produtos complexos requerem bases de conhecimento múltiplas e complexas para suportá-los.

Na década de 90, as grandes corporações se organizaram em plataformas tecnológicas para estimular o surgimento de novos produtos, através da busca de interação e sinergia de distintos setores que possuíam *expertise* e conhecimento diferenciados. Cada vez mais as inovações surgiam na interface de distintas áreas de conhecimento. Pode-se inclusive afirmar que, atualmente, a maioria das inovações ocorre através do trabalho de equipes multidisciplinares e multi-setoriais.

O convívio de pessoas com formações distintas, de *alma mater* distintas, estimula uma troca intensa de informações e questionamentos que é propícia à geração de inovações. Vantagens competitivas podem ser obtidas pela efetiva combinação de conhecimento

especializado, freqüentemente tácito, através das fronteiras funcionais de uma organização, o que realça a importância da experiência específica acumulada na empresa (*firm-specific experience*) (Mowery, 1995). Inclusive um dos mais importantes fatores que diferenciam as inovações de sucesso das mal sucedidas é o grau de colaboração e *feedback* existente entre o desenvolvimento de produto e outras funções da corporação, especialmente a produção e o marketing (Rothwell, 1991).

O caso mais promissor de agregação de conhecimento na própria empresa ocorre quando se dispõem de capacitação e *expertise* internas que permite a união de competências, em torno de um desafio ou na busca de uma solução. Esta possibilidade de agregar e desenvolver uma equipe, aprimorando a articulação interna e incitando o surgimento ou a consolidação de uma comunidade de prática ativa, costuma aumentar a bastante de sucesso de um projeto.

Outra vantagem da adoção de um critério como este é evitar o projeto de uma pessoa só, ou de um grupo muito restrito de pessoas com o mesmo *background*, o que normalmente reduz o grau de análise crítica sobre a proposição e sobre o aprimoramento e desenvolvimento desta proposição. Embora muitas vezes a idéia original venha de uma única pessoa, raramente esta chega ao mercado sem a participação criativa de outras pessoas. Geralmente a equipe que logra concretizar a inovação é composta por engenheiros de distintas especializações, desenhistas industriais, pessoal de marketing e produção, vendedores e gerentes de projeto.

Alan Brown (2007) reporta casos de inovação muito bem sucedidos, quando é mesclado um time de formação bem distinta, em que pessoas com bom senso crítico, mas sem domínio no assunto em tela, são agregados ao grupo de especialistas. Estas pessoas costumam ser mais abertas às soluções inusitadas e, sobretudo, contribuem muito questionando e formulando perguntas básicas.

Considerando a importância do conhecimento multidisciplinar e de diferentes áreas da corporação, dever-se aplicar este critério para a avaliação das idéias e projetos embrionários, como proposto na Tabela 11, a seguir:

Tabela 11 – Diversidade de Concepções e Conhecimentos Agregados

Grau	Critério
4	Número de qualificações profissionais ≥ 3 e número de setores (*) participantes ≥ 3
3	Número de qualificações profissionais ≥ 2 e número de setores (*) participantes ≥ 3
2	Número de qualificações profissionais ≥ 2 e número de setores (*) participantes ≥ 2
1	Número de qualificações profissionais ≥ 1 e número de setores (*) participantes ≥ 2
0	Uma só qualificação profissional e um só setor envolvido

Fonte: elaboração própria

(*) Os setores da organização têm que ter atribuições bem distintas, como por exemplo: P&D, Engenharia Básica, Produção, Manutenção e Assistência Técnica aos Clientes. Caso esteja agregando conhecimento de um parceiro tecnológico ou cliente externo à organização, também deve ser considerado como um setor a mais. Quanto à qualificação profissional, considerá-la diferenciada levando em consideração a formação do pessoal realmente dedicado ao projeto: químico, eletricista, desenhista industrial e engenheiro de produção. O pessoal de apoio não deve ser considerado: técnico em informática, analista químico etc.

7.2.7 – Articulação Externa

Um aspecto facilitador para a consecução de inovações é o grau de articulação e agregação de capacitação externa existente. Isto pode ser obtido via redes e comunidades de prática com interesse específico em alguma área de conhecimento, que extrapolam o ambiente da empresa, tais como comunidades acadêmicas, outros Centros de P&D, clientes

e supridores. Portanto se um projeto incipiente pode usufruir de uma comunidade externa bem estruturada terá maior probabilidade de sucesso.

Henry Chesbrough (2007) advoga que, atualmente, o elevado custo de P&D aliado ao ciclo de vida mais curto dos produtos, dificulta o retorno dos investimentos realizados em inovação. Por conseguinte, a possibilidade de alavancar economias de custo e tempo confere uma posição favorável às companhias que adotam um modelo de negócio mais aberto. Isto é, as empresas que usam tecnologia externa em seu próprio processo de P&D e buscam negociar suas idéias e desenvolvimentos no mercado, de modo a recuperarem seus investimentos. Empresas distintas possuem ativos, recursos e posicionamentos de mercados diferentes. Isto faz com que elas apliquem rapidamente idéias que se coadunem com sua trajetória tecnológica e que se assemelhem em condições às suas experiências pregressas de sucesso. Geralmente as empresas têm dificuldade de assimilar e utilizar conceitos exógenos em contextos e configurações que não lhes são familiares. Isto faz que muitos conhecimentos disponíveis em uma organização não sejam vistos como oportunidades. Por outro lado em outras organizações seriam prontamente aproveitados. Em comunidades de prática de inovação as idéias e informações fluem, possibilitando que sejam exploradas por aqueles que melhor proveito possa extrair.

Outro aspecto muito contributivo é o fato de um projeto possibilitar uma parceria tecnológica ou de mercado importante, em que conhecimentos complementares ou ativos complementares são agregados e sinergias são exploradas (Leonard-Barton, 1995, Chiesa e Manzini, 1998; Jonash e Sommerlatte, 2001). Isto costuma resultar numa maior probabilidade de sucesso, devido à maior agregação de conhecimento, e normalmente resulta em agilização para a implementação do projeto.

Este aspecto também aborda o conceito de “empresa ampliada”, a qual se constitui numa empresa que está integrada em sua cadeia produtiva e que explora todo o conhecimento e a inteligência disponível interna e externamente, em seu ambiente de negócios. Caso como o da Sun Microsystem, o gigante na área de computadores, que tem uma série de projetos com seus fornecedores liderados pela Sony, Seagate, Solectron,

Samsung e Zytec. Os gerentes de P&D da Sun convidaram especialistas destas empresas para participar de projetos de desenvolvimento de novas placas de computadores e de inúmeros outros produtos para redes e servidores. Este trabalho de equipe ajudou a reduzir pela metade o tempo de desenvolvimento, de modo que hoje a Sun pode lançar novos produtos em menos de um ano (Jonash e Sommerlatte, 2001).

No Cenpes, tem-se buscado a atuação em Redes Temáticas, Núcleos Experimentais e Núcleos Regionais de Competências, para o desenvolvimento de tecnologias relevantes para os negócios da empresa, tomando-se o requerido cuidado para preservar a propriedade intelectual da Petrobras.

Considerando estes aspectos de agregação de conhecimento, neste caso, externo, sugere-se o seguinte critério para seleção de projetos incipientes, cuja pontuação é apresentada na Tabela 12, a seguir:

Tabela 12 – Articulação Externa

Grau	Critério
4	Alta possibilidade de agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.
3	Média possibilidade de agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.
2	Baixa possibilidade de agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.
1	Sem possibilidade de agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.

Fonte: elaboração própria

7.3 – Matriz de Seleção para Projetos Incipientes

Para facilitar a seleção de idéias ou projetos incipientes, propõe-se dividir os critérios apresentados em dois eixos: Sustentabilidade; e Potencial de Criação de Vantagem Competitiva. Estes eixos de análise conteriam os seguintes critérios:

- Sustentabilidade:
    - Aderência à estratégia;
    - Visão holística.

- Potencial de Criação de Vantagem Competitiva:
    - Risco e recompensa;
    - Apropriabilidade;
    - Potencial de agregação de valor;
    - Diversidade de concepções e conhecimentos agregados;
    - Articulação externa.

Neste caso, o eixo de análise da Sustentabilidade estaria em consonância com integração das dimensões sociais e ambientais nas estratégias econômicas, atendendo ao *triple bottom line* de Elkington (1997). Opta-se por manter o critério "Aderência à estratégia" como direcionador das atividades empresariais, como foco de sustentação econômica e se agrega aspectos sociais, de segurança e ambientais via o critério "Visão holística".

Sugere-se que seja adotada a média de ambos os critérios como nota para o projeto. Para estes critérios as notas variam de 0 a 4, portanto pode-se adotar a seguinte escala para o resultado médio final: D – de 0 a 1; C – de >1 a 2; B – de >2 a 3; e A – de >3 a 4.

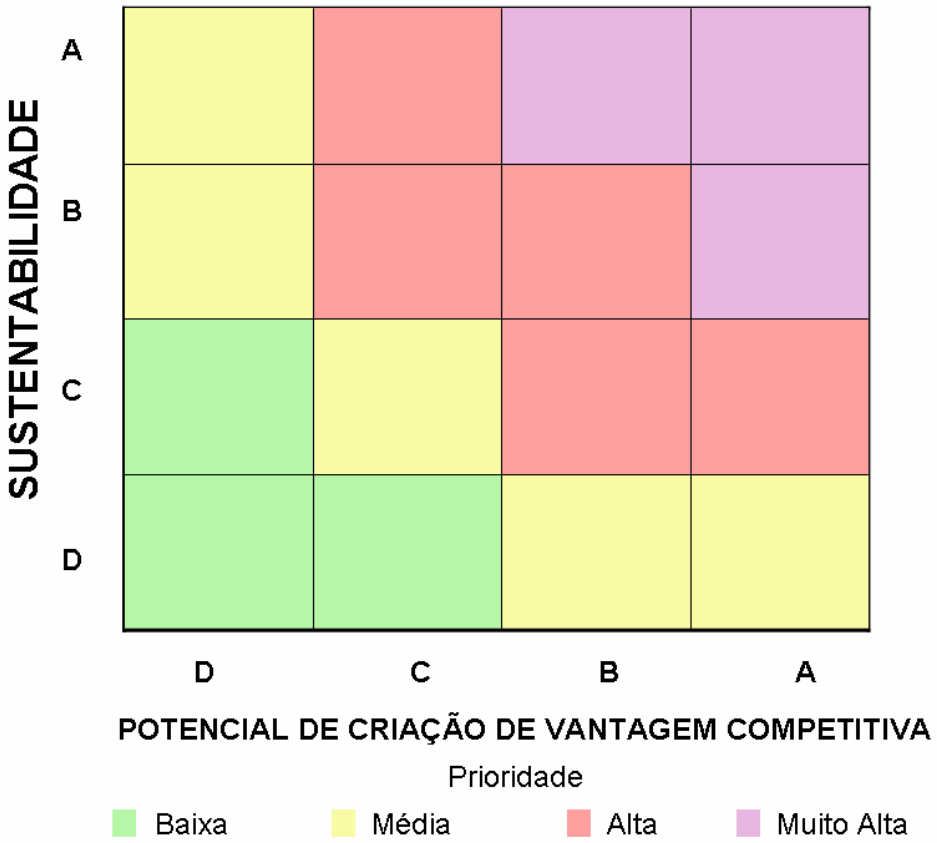
No outro eixo em lugar de avaliar a atratividade do projeto, através dos critérios comumente utilizados, propõe-se a análise do Potencial de Criação de Vantagem Competitiva para a organização, adotando-se os novos critérios acima citados.

Pode-se atribuir pesos diferenciados entre estes critérios, de modo a se ter uma nota para o projeto que seja uma média ponderada dos critérios. Por exemplo, como a Petrobras quer incentivar o desenvolvimento de projetos de alto risco e recompensa este critério poderia receber peso 2. As notas atribuídas a estes critérios também variaram de 0 a 4. Conseqüentemente pode-se adotar a mesma escala do outro eixo.

No Quadro 20, a seguir, está proposta a Matriz de Seleção para Projetos Incipientes, em que os projetos são avaliados segundos os eixos de Sustentabilidade e Potencial de Criação de Vantagem Competitiva, gerando a priorização final. Os projetos de baixa prioridade deverão ser rejeitados, não fazendo parte da carteira final priorizada.

É apresentada uma folha de avaliação para as novas propostas de projetos incipientes, no Anexo 6. Cada nova proposta deve ser apresentada e defendida pelo proponente que deverá realçar o conteúdo do projeto, o produto que se pretende obter e os aspectos relacionados aos critérios propostos. Cada avaliador deve pontuar isoladamente a nova proposta segundo estes critérios, para posterior consenso e tabulação de grau obtido para os dois eixos: sustentabilidade e potencial de criação de vantagem competitiva.

Quadro 20 – Matriz de Seleção para Projetos Incipientes



Fonte: Elaboração própria

7.4 – A composição do Fórum de Análise de *Portfolio*

A metodologia apresentada será aplicada na seleção e priorização de projetos inovadores incipientes, num fórum em que as novas idéias e projetos são apresentados e defendidos, para posterior avaliação. Para o sucesso de sua aplicação é necessário que os atores que irão executá-la tenham visão prospectiva.

Um dos problemas levantados pelos componentes do Subcomitê de Inovação do Cenpes, cujo objetivo era "propor ações, no âmbito do Cenpes, para tornar a Petrobras mais inovadora" era a necessidade de mudança no processo de gestão tecnológica, motivação principal desta tese. Um dos fatores críticos de sucesso era revisar o processo CTE / CTO, buscando dar maior ênfase à inovação. Um dos objetivos a serem perseguidos, através desta revisão, é dispor de uma carteira de projetos estratégicos balanceada, incluindo projetos de inovação radical e incremental.

Na década de 90, época em que os programas de gerenciamento da qualidade total estavam em voga e o "o cliente é o rei" era o lema das organizações, o Cenpes, como um órgão prestador de serviços cativo da Petrobras, empenhou-se em trabalhar mais juntamente ao cliente, neste caso o cliente interno, ou seja, os órgãos operacionais, objetivando melhor atendê-los. A política de estar focado no cliente é salutar para a organização e tem um grande mérito (Bomtempo e Ughetto, 2007). Entretanto a polêmica discussão se o foco deve ser "no cliente" ou o foco deve ser "do cliente" é essencial para os processos gerenciais de longo prazo, como o de gestão de tecnologia e mais recentemente de gestão da inovação. A visão do cliente neste caso tende a reforçar o "dilema do inovador" de Christensen (2000). Para o cliente, deve-se dar ênfase no aprimoramento e melhoria dos produtos, processos e serviços existentes.

Na Petrobras, nos fóruns de gestão da função tecnologia, os CTE's e CTO's, há uma representação grande dos clientes do Cenpes. Tem assento nestes comitês representantes dos órgãos da sede e operacionais, como as regiões de produção e as refinarias. Na maioria dos CTO's o número de representantes dos clientes supera os do órgão de P&D. Não

costuma haver representantes dos órgãos de planejamento das áreas de negócio nestes fóruns, profissionais que por sua característica e função costumam ter uma visão mais prospectiva, embora normalmente estejam representados nos CTE's. O resultado desta composição tem sido uma priorização da carteira de projetos que geralmente privilegia os projetos de melhoria operacional, ou seja, as inovações incrementais.

Não se está desqualificando o processo de gestão do sistema tecnológico em vigência, inclusive entende-se que a composição do CTO, com uma representação significativa dos clientes, está adequada para o caso de uma carteira de projetos de P&D mais estruturados, na fase de desenvolvimento. Questiona-se a pertinência deste tipo de composição de participantes para o caso da seleção e priorização de uma carteira de projetos incipientes. Outro fato que incita a alteração e reformulação deste fórum é desejo da Petrobras de aumentar a geração de inovações.

Obviamente, não se pretende retirar deste fórum a representação do cliente, pois sua participação é essencial para a manutenção do foco no negócio da empresa, mas reduzir em peso a sua influência. Em lugar de ter três ou quatro representantes da sede e órgãos operacionais, cada CTO deveria ter no máximo dois representantes, sendo que preferencialmente um seja da área de planejamento ou de novos negócios da sede, no âmbito da área de conhecimento pertinente.

Além disto, a composição de um comitê, cujo objetivo precípuo é analisar um *portfolio* de projetos inovadores incipientes, deve primar pela busca de visões complementares. Deve explorar o conceito de empresa ampliada, em que elementos externos à organização com visão da cadeia produtiva e do ambiente tarefa venham a contribuir e agregar sua experiência e tirocínio. Portanto representantes do meio acadêmico, especialistas, consultores de negócios, gestores e profissionais de outras entidades de renome poderiam integrar este fórum.

A propósito, a própria Petrobras, convida profissionais da academia e dos órgãos de fomento à P&D para comporem os comitês de seleção do Prêmio Petrobras de Tecnologia,

em que são escolhidas teses de mestrado e doutorado que tenham dado contribuições relevantes para a área petróleo e energia. Tal prática poderia ser ampliada para o CTO de projetos incipientes, embora neste caso não se pretenda restringir a somente estes tipos de profissionais.

Com o intuito de solucionar o problema de privilegiar as inovações incrementais e atendendo à concepção de estabelecer um fórum com visões complementares e prospectivas, sugere-se adotar, nos CTO's, a seguinte composição de participantes:

- Gerente do Programa Tecnológico ou da Área Tecnológica do Cenpes, que dá o nome ao CTO. Normalmente é quem coordena o CTO;
- Gerente da área de conhecimento correlata da sede (processo ou produto);
- Gerente da área de novos negócios ou do planejamento da sede;
- Gerente de Área Tecnológica do Cenpes, quando a área de conhecimento envolve mais que uma gerência do Cenpes, o que normalmente ocorre;
- Consultor ou Especialista externo;
- Consultor sênior com visão da cadeia produtiva ou do ambiente tarefa.

Neste caso, garantir-se-ia um fórum com menor influência dos clientes, tentando-se minimizar a visão operacional e realçar a visão prospectiva.

É importante comentar que esta a composição deveria ser distinta no caso de uma empresa que basicamente é uma desenvolvedora de produtos com alto grau de obsolescência e baixo ciclo de vida. Neste caso, deveria haver uma participação significativa de gerentes de assistência técnica, marketing e venda. Não é o caso da Petrobras, que produz basicamente combustíveis, que são produtos homologados, com especificação e controle rígidos, com longa duração no mercado.

O Gerente da área de conhecimento correlata quer seja de processo, quer seja de produto, e o Gerente da área de novos negócios ou do planejamento da administração central da empresa devem atuar como os guardiões da aplicação dos potenciais resultados dos projetos deste fórum ao negócio da empresa. Isto é importante, contribui para a garantia

do foco no negócio, melhor aplicabilidade dos resultados e redução do *time-to-marketing*. Em relação à prática atual dos CTO's, sugere-se que seja eliminada a participação de gerentes das refinarias ou das áreas de produção, a menos que exista um caso especifico, de alguém da área operacional com um perfil prospectivo, que tenha um histórico de contribuição relevante nos CTO's, o que deve ser tratado com uma exceção.

A participação de um Consultor ou Especialista externo, com grande conhecimento técnico no assunto pertinente ao CTO é importante para reforçar e garantir que as opções futuras estejam suportadas por um bom monitoramento tecnológico e realçar a visão prospectiva. Além disto, como foi discutido previamente, agregar conhecimento externo e visões plurais é importante tanto para o processo de geração de inovações, como na etapa de tomada de decisão para a escolha de opções portadoras de futuro para a organização.

Finalmente o Consultor sênior, com a visão da cadeia produtiva ou do ambiente tarefa é importante para garantir uma visão prospectiva e abrangente. Além disto, sua visão de mercado e sua bagagem de análise da competitividade do setor contribuirão para a seleção das opções mais promissoras. Não se trata neste caso de um especialista, com grande bagagem técnica na área de conhecimento, mas de alguém com visão precisa da área de negócio, seus *players* e suas inter-relações. Alguém que contribua para uma seleção de opções que privilegie a visão sistêmica e que, justamente por não ser um técnico, seja o questionador, quem formula as perguntas básicas e busca uma coerência na tomada de decisões deste fórum.

É importante realçar que a função deste fórum é selecionar a aplicação dos recursos da empresa na área de P,D & I. Os recursos são finitos, portanto deve-se selecionar bem a sua aplicação. No caso de projetos incipientes, em realidade, estão se selecionando áreas de capacitação e desenvolvimento que têm maior potencial de florescer na organização, concretizando-se em novos produtos, processos e serviços, trazendo ganhos futuros para o caixa da organização. Já que estamos no limiar do conhecimento disponível, a escolha deve ser balizada de modo a gerar um conjunto de opções coerentes e complementares, em que se busquem futuras sinergias, portanto é fundamental a visão sistêmica.

Não é uma aposta fácil de se fazer, pois a sensibilidade, a experiência e a abertura ao novo são elementos essenciais, que devem estar presentes nos componentes deste fórum. Sua composição equilibrada não é algo trivial de ser obtida, mas deve ser perseguida de modo a se garantirem três fatores críticos de sucesso:

- visão plural;
- visão prospectiva;
- visão sistêmica;

Uma vez feita a recomendação da composição do fórum de seleção de projetos inovadores incipientes, fazem-se sugestões quanto à organização do mesmo, objetivando-se garantir a sua efetividade.

7.5 – Aspectos Organizacionais do Fórum

São apresentados a seguir aspectos organizacionais que requerem especial atenção para o bom funcionamento e a efetividade deste fórum. Inicialmente se recomenda que a nova metodologia seja amplamente divulgada, juntamente com seus princípios e seus critérios. É importante que o corpo técnico da organização saiba da mudança e dos novos critérios que balizaram a seleção e priorização das novas propostas de projetos incipientes.

7.5.1 – Registro da Proposta

O ideal é que cada proposta seja bem entendida, analisada e avaliada. Para tal, o proponente deve preencher *on-line* uma ficha que contenha uma série de informações sobre o potencial de desenvolvimento daquela idéia ou projeto. Estas informações são: dados do proponente (identificação, gerência etc); motivação; descrição, conceitos e concepções; estado da arte; *status* da propriedade intelectual; potencial de aplicações; recursos necessários (internos e externos), alavancagem de conhecimento; articulação e agregação de capacitação externa; e um planejamento preliminar das atividades.

É importante que o documento eletrônico a ser preenchido solicite informações relacionadas aos novos critérios de seleção, de modo a facilitar a análise da proposição. Por exemplo, a atual ficha utilizada, no Cenpes, contém campos de preenchimento para informações, tais como: benefício potencial (contínuo e instantâneo), prazo de implantação, abrangência etc, que não agregam nenhum valor, sob a nova ótica de análise. A ficha de Proposição de Projeto Incipiente (PPI) deve solicitar informações pertinentes aos novos critérios de análise, de modo que as informações requeridas sejam claramente registradas, para facilitar a etapa subseqüente.

7.5.2 – Freqüência das Reuniões do Fórum

A freqüência com que este tipo de fórum deve se reunir é função do ambiente tarefa e do ambiente interno à organização, bem como do nível de investimento em P&D. Se o mercado alvo é muito volátil, com o ciclo do produto muito curto, a necessidade de lançamento de novos produtos é compulsória, o que deverá requerer uma freqüência maior de reuniões. Outro aspecto que influencia muito é o grau de atividade inventiva da organização. Se houver um nível muito grande de novas propostas de projetos inovadores haverá necessidade de reuniões freqüentes.

Atualmente o nível de recursos dos editais CT-PETRO está elevado, devido aos *royalties* do petróleo, campos de grande rentabilidade ou grande volume de produção. Isto tem acarretado no aumento do número de propostas de projetos pelas instituições de P&D cadastradas pela ANP, conseqüentemente está requerendo maior freqüência e regularidade de reuniões deste tipo de fórum.

Dificilmente um número muito maior que vinte propostas poderão ser selecionadas e priorizadas em uma reunião presencial. Se o número de propostas extrapola em muito este valor, o ideal é que se faça uma pré-seleção das propostas através da análise das fichas de registro para chegar a um número menor de propostas que deverão ser apresentadas para a seleção e priorização final da carteira no fórum presencial. No Cenpes, os CTO's normalmente ocorrem uma vez por ano, o que parece atender bem, na maioria dos casos,

mas é preferível que a freqüência seja determinada pelo número de proposições a analisar, para dar maior efetividade ao processo.

Outro aspecto que impacta a freqüência e a regularidade deste tipo de reunião é a própria natureza dos projetos inovadores incipientes, que requerem um acompanhamento eficiente, pois estes não devem ter uma existência muito longa. Os projetos promissores devem migrar para uma carteira de projetos de desenvolvimento ou, caso contrário, devem ser cancelados.

7.5.3 – Fluxo do Processo

No Cenpes, atualmente é praticado o CTO *on-line*, em que uma vez ao ano é iniciado o processo, dando-se um prazo para que as novas Propostas Preliminares de Projetos (PPP) sejam registradas para sua posterior análise. Obviamente não há distinção entre projetos de P&D incrementais e radicais. O que propomos é um CTO à parte para os projetos incipientes, o CTO (Programa ou Área Tecnológica) – Projetos Incipientes. Por conseguinte é de se esperar que este CTO tenha uma carteira mais dinâmica, pois o *status* do projeto deve evoluir rapidamente para promissor ou não.

Atualmente os Gerentes envolvidos verificam a coerência com a estratégia, fazem comentários sobre os projetos e efetuam a avaliação da atratividade do projeto. Os avaliadores técnicos comentam a respeito da adequabilidade e da qualidade da proposta. No caso do CTO – Projetos Incipientes, os participantes deverão realizar uma análise prévia, com o intuito de recomendar se a proposição deverá ser ou não encaminhada para a reunião do CTO. O intuito é eliminar aquelas propostas que estão totalmente incoerentes com a estratégia definida ou muito mal formuladas, apresentando baixa qualidade (confusas ou incompletas), o que dificulta a sua análise.

7.5.4 – Reunião do CTO – Projetos Incipientes

Uma vez que a proposição do projeto incipiente foi pré-aprovada, a próxima etapa é a apresentação na reunião do CTO. É importante para o caso de novas idéias e projetos inovadores incipientes a apresentação e defesa do mesmo, para que fique bem esclarecida e entendida a proposição. A apresentação, que deverá ter a duração de 15 a 20 minutos, será realizada pelo próprio proponente, pois ninguém melhor que ele para defendê-la. Deve ser previsto um tempo para perguntas e esclarecimentos.

Imediatamente após a apresentação os avaliadores devem proceder à analise segundo os novos critérios propostos, devendo ter sido estabelecido previamente um consenso quanto aos pesos para cada critério. O tempo médio gasto para a apresentação, esclarecimentos e de avaliação para cada nova proposta é de aproximadamente 30 minutos. Se houver 20 novas propostas serão gastas aproximadamente 10 horas nesta atividade. Para que este tipo de reunião não seja muito cansativo e tedioso, de modo a se perder qualidade, é importante que o número de novas proposições não ultrapasse muito este valor, como já foi proposto.

Ao final de todas as apresentações e da análise das propostas, os avaliadores deverão discutir as pontuações que apresentaram uma grande discrepância entre os avaliadores, no intuito de obter consenso sobre a Sustentabilidade e o Potencial de Criação de Vantagem Competitiva destas propostas. Estas discussões são importantes para se obter uma coerência no julgamento das propostas e enriquecer o processo de aplicação desta metodologia, visando aprimorá-la pelo uso, bem como legitimar as decisões deste fórum.

Uma vez concluída a etapa de pontuação, estará estabelecida a priorização final dos novos projetos inovadores incipientes. Cabe ser analisada também a carteira de projetos incipientes em andamento. Para tal deverão ser feitas também apresentações sobre o *status* dos projetos e definido se prosseguirão neste mesmo grupo, se serão transferidos para a carteira de projetos de desenvolvimento ou se serão cancelados.

Deverá ser feita então a priorização final de toda a carteira, propostas em execução e novas propostas, o que deverá nortear o esforço de aplicação dos recursos de P&D e I da organização. É um processo um tanto trabalhoso, porém muito rico e obviamente uma empresa que tenha a inovação como um valor, deve dedicar um esforço considerável à preparação, execução e gestão de suas idéias e de sua carteira de projetos incipientes.

Capítulo 8 – Análise da Metodologia Proposta

Uma vez apresentada a proposição da metodologia e sugeridos os critérios para seleção e priorização, bem como recomendada a composição dos participantes e cuidados relativos à organização do fórum que irá analisar o *portfolio* de projetos inovadores incipientes, é valido realizar uma análise de sua utilização, bem como tecer alguns comentários sobre as premissas adotadas, condições e limites relativos à sua aplicabilidade.

8.1 – Análise da Pertinência da Metodologia Proposta

Análise é feita sobre um caso ocorrido no âmbito do Cenpes, na carteira de projetos de P&D da antiga Divisão de Catalisadores da Superintendência de Pesquisa do Abastecimento (SUPESQ). Trata-se do projeto "Síntese de Zeólita tipo ZSM-5", executado no período de 1985 a 1987, de autoria de LamYiu Lau (Coordenador). Esta zeólita é utilizada no sistema catalítico das unidades de Craqueamento Catalítico Fluido (FCC), quer como constituinte incorporado diretamente na partícula do catalisador quer como um aditivo, incorporado em numa partícula à parte.

8.1.1 – O Início da Capacitação em Zeólitas ZSM-5

O projeto quando proposto, apresentava todas as características de um projeto em fase incipiente, pois a Petrobras, recentemente, havia decidido entrar no negócio de fabricação de catalisadores de FCC, quando foi criada a *joint-venture* Fábrica Carioca de Catalisadores S.A (FCC S.A.), em parceria com a Akzo Nobel, empresa holandesa do setor químico, que atuava neste mercado de catalisadores (Leite, 2008). Na época, a equipe da recém-criada Divisão de Catalisadores do Cenpes iniciava trabalhos de síntese, caracterização, incorporação e avaliação de desempenho de zeólitas Y, sob orientação de seu parceiro tecnológico, através de um programa de capacitação. Na área das zeólitas ZSM (Zeolite Socony Mobil)-5, a Akzo Nobel tinha executado alguns trabalhos exploratórios, mas não via uma grande oportunidade de negócio, tendo em vista que a tecnologia era dominada pela Mobil, que tinha diversas patentes, o que restringia muito a possibilidade de

atuação. A Akzo Nobel quando necessitava utilizar este tipo de produto, para alguma formulação de catalisador de FCC especial, comprava-o de algum fabricante, pagando um elevado preço, pois além do processo de produção ser dispendioso havia embutido no preço uma parcela significativa relativa ao pagamento de *royalties* à Mobil.

O ZSM-5, introduzido pela Mobil, em 1972 (*US Patent 3,702,886*), é uma zeólita pentasil com relação silício / alumínio elevada (SAR > 20) e pequena abertura de poros (5,5 Ångström). Este material cristalino de morfologia especial pode ser aplicado tanto em processos físicos de separação quanto em processos catalíticos de conversão. Esta zeólita viabilizou diversas oportunidades para as indústrias do refino e petroquímica, tendo aplicações em: hidrocraqueamento, aumento de octanagem no craqueamento catalítico fluido (FCC), síntese de combustíveis a partir de gás de síntese, transformação de metanol em gasolina; isomerização de xilenos; produção de etil-benzeno; desparafinação de destilados etc.

A proposição de um projeto de síntese deste produto, pelo Cenpes, era um tanto ousada. Só faria sentido se o objetivo fosse a obtenção de uma rota mais eficiente e econômica, que contornasse as patentes da Mobil. Foi proposto então o projeto, cujo objetivo era:

- preparar amostras de zeólita ZSM-5, em escala de laboratório, utilizando métodos alternativos de semeadura, com ou sem o uso de *templates* ([12]);
- identificar os parâmetros mais importantes no controle de síntese desta zeólita.

A ênfase no projeto era o desenvolvimento de métodos de síntese que produzissem zeólitas com maior nível de pureza e com matérias-primas nacionais, objetivando um menor custo (Lam, 1990). Os principais benefícios esperados eram:

- Controle e aumento da octanagem da nafta craqueada;
- Minimização da desativação e formação de coque sobre o catalisador de FCC;
- Otimização das reações de transferência de hidrogênio.

([12]) O *template* é um direcionador, normalmente um composto orgânico, aplicado em processos de cristalização, com vistas a nortear a estrutura porosa e o tamanho dos cristais em formação.

O projeto foi executado e logrou êxito, sendo obtido duas patentes brasileiras: PI 8606367; e PI 8506248, que conseguiram contornar as patentes existentes da Mobil, o que mais tarde veio a possibilitar a produção desta zeólita no país, a menor custo e sem a obrigatoriedade do pagamento de *royalties* a terceiros. Por outro lado, durante toda a sua trajetória o projeto sempre recebeu baixa prioridade por parte dos gestores, pois competia com diversos outros trabalhos de aplicação muito mais imediata, como projetos para adaptação de etapas do processo de produção de catalisador de FCC às matérias-primas nacionais e condições locais. O projeto foi então concluído e as proposições, objetivando o aprimoramento da síntese e a continuidade dos trabalhos, foram indeferidas, pois não pareciam atrativas naquele momento.

8.1.2 – Mudanças no Cenário

O processo de FCC é uma fonte importante de hidrocarbonetos leves tais como gás liquefeito de petróleo (GLP) e olefinas leves de alto valor agregado, como o propileno e isobuteno, entre outros. Ao nível mundial, o propileno, matéria-prima básica para processos petroquímicos, vem apresentando uma crescente demanda no mercado, principalmente devido ao aumento do consumo de polipropileno. No cenário brasileiro a maximização destes produtos é especialmente atrativa tendo em vista que o Brasil é importador de GLP para o suprimento do mercado interno, enquanto existem excedentes de gasolina que são exportados. Este quadro se tornou crítico no final da década de noventa e no início dos anos 2000, quando ocorreu um aumento do excesso de gasolina devido à dificuldade de colocar o nosso produto no mercado americano, por exigências ambientais que resultaram na restrição do teor de enxofre nas correntes que compõem o *pool* de gasolina. Recentemente, o consumo doméstico de gasolina em parte tem sido substituído pelo álcool com o aparecimento dos veículos Flexfuel, o que resulta em maiores sobras ainda deste produto.

No período citado, o quadro existente era de necessidade de aumento do rendimento de GLP e olefinas leves, nas unidades de FCC através do sobre-craqueamento da gasolina. Neste contexto, o uso de catalisadores ou aditivos contendo zeólitas especiais, tais como o ZSM-5, tem sido praticado com grande sucesso (Krisna *et ali*, 1991; Kuehler, 1996, Warer

et ali, 1998, Degnan *et ali*, 2000) . Entretanto, existem dois problemas recorrentes nesta aplicação: o alto custo da zeólita; e a diluição do material ativo na unidade de FCC, acarretando queda na conversão, devido à dificuldade de conversão dos hidrocarbonetos com alto peso molecular. A Petrobras e a FCC S.A. tiveram que responder rapidamente a esta necessidade de mercado, obtendo um sistema catalítico mais eficaz, objetivando a maximização de propileno e GLP.

A resposta ocorreu a tempo e a hora, graças ao conhecimento previamente acumulado. Além disto, este cenário estimulou que a Petrobras desenvolvesse trabalhos objetivando o aumento da produção de olefinas leves, na unidade de FCC, com inovações no processo e sistema catalítico (Figueiredo et ali, 2003). O desdobramento deste conhecimento muito contribuiu para o programa de P&D que logrou a geração do FCC Petroquímico, tecnologia que será aplicada no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ. Tudo isto em parte foi concretizado devido à capacitação na síntese de zeólita ZSM-5 e ao desenvolvimento de tecnologia de incorporação e ativação deste componente.

8.1.3 - A Fabricação de Cristais de ZSM-5

Durante o período de 1988 até 1998, não houve evolução na área de síntese e aplicação de ZSM-5 nas unidades de FCC. Em 1999, o Cenpes retomou os estudos de síntese desta zeólita, visando reduzir o custo de sua produção e viabilizar a produção doméstica destes cristais. Outra linha de pesquisa desenvolvida foi a de otimização de aditivos e catalisadores à base de ZSM-5. Esta zeólita pode ser modificada por reagentes como o fosfato para a retenção de maior número de sítios ativos, entretanto o excesso de fósforo deve ser evitado, porque em demasia a acessibilidade é prejudicada. Uma nova linha de aditivos foi lançada, K2000 (nome comercial), sendo amplamente aplicada no parque de refino nacional.

Os intensos trabalhos de otimização da síntese de ZSM-5, executados no período 1999 a 2003, via otimização do sistema de semente e redução do teor de orgânicos adicionados na síntese, resultaram numa sensível redução do custo variável de produção,

chegando a um valor oito vezes menor. Ademais foram obtidas melhorias ambientais pela nova rota de produção. Outros dois depósitos de patentes foram solicitados.

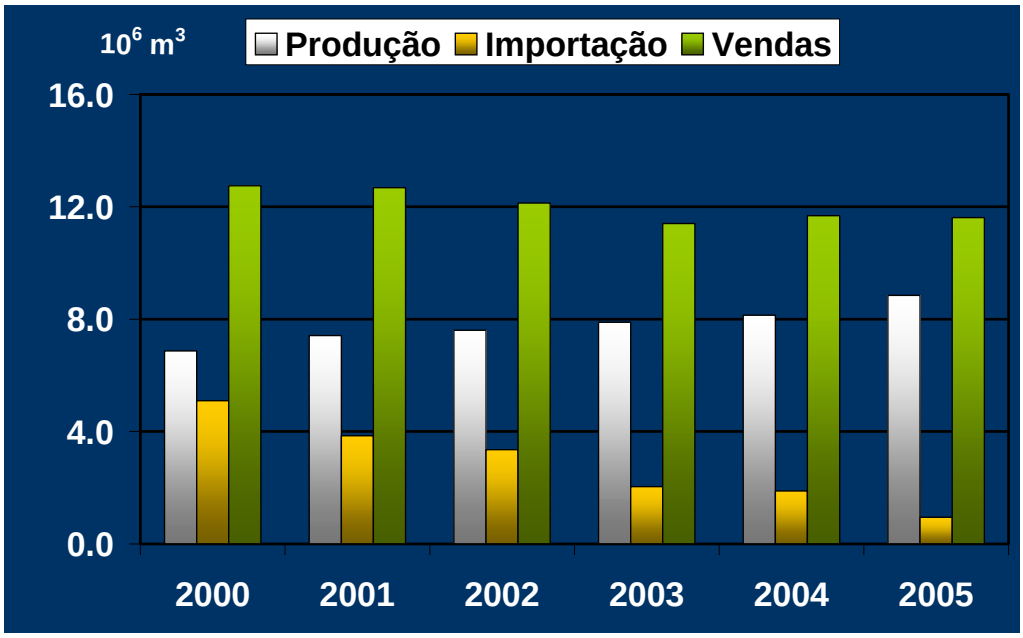
Os aditivos à base de ZSM-5 lograram êxito, tendo sido aplicados na Refinaria de Landulpho Alves de Mataripe (BA), Refinaria de Capuava (SP), Refinaria Duque de Caxias (RJ), Refinaria do Paraná (PR), Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão (SP), Refinaria de Paulínia (SP), Refinaria do Vale do Paraíba (SP) e Refinaria Gabriel Passos de Betim (MG). Em todas foram relatados aumentos na produção de GLP e redução da gasolina, sendo que na maioria foram obtidos também aumentos de octanagem RON e MON ([13]). Os trabalhos de otimização de aditivos continuaram e outras linhas foram lançadas, como a K3000.

Estudos de avaliação econômica do uso de aditivos à base de ZSM-5 na Refinaria do Vale do Paraíba e na Refinaria de Paulínia mostraram benefícios econômicos de 4,3 milhões de dólares e 3,1 milhões de dólares anuais, respectivamente, descontado o preço adicional pago pelo aditivo (Comunicações Técnicas Petrobras: CT TFCC No. 006/2004 e CT TFCC No. 021/2003).

O Gráfico 6 apresenta a evolução da produção, importação e venda de GLP, no Brasil, que mostra que produção doméstica aumentou e a importação deste produto diminuiu, no período citado, graças ao aumento da produção de GLP nas unidades de FCC da Petrobras,

([13]) Octanagem é uma medida da resistência à auto-ignição da gasolina e outros combustíveis, usados em motores de combustão internos com centelhamento. RON (Research Octane Number) e MON (Motor Octane Number) são modos de medir esta propriedade.

Gráfico 6 : A Evolução da Produção Importação e Vendas de GLP do Brasil.



Fonte: Elaborado a partir de dados da ANP, Dados Estatísticos, www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp.

8.1.4 – A Análise do Caso Face à Nova Metodologia Proposta

O caso reportado mostra a inadequação da prática existente que dá o mesmo tratamento a projetos de P&D incipientes e projetos de desenvolvimento. O fato de um projeto embrionário, de longo tempo de maturação, com alto risco e probabilidade de sucesso duvidoso ser avaliado em conjunto com projetos de desenvolvimento, tende a resultar em baixa pontuação levando a baixa prioridade ou sua rejeição. Principalmente quando se adotam os critérios convencionais de análise de *portfolio*, tais como: tempo de implantação, probabilidade de sucesso, benefício / custo, familiaridade com a tecnologia e facilidade de execução. Quanto ao item benefício / custo, na época da proposição do projeto em análise, a zeólita ZSM-5 era muito cara e havia dúvidas quanto ao retorno econômico de sua aplicação na unidade de FCC. Por conseguinte, também neste critério o projeto não recebeu boa avaliação.

Naquela época, havia na carteira da Divisão de Catalisadores vários projetos que objetivavam checar a adequação da qualidade das matérias primas nacionais ao processo de produção de catalisadores de FCC, bem como às condições específicas locais, além de estudos de ajuste da formulação de catalisadores para as refinarias. Estes trabalhos eram importantes tanto para a implantação da Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. quanto para o parque de refino nacional, portanto deviam receber uma boa priorização, como de fato recebiam. O problema reside no fato que, ao se desejar uma organização pioneira e inovadora deve ser dado espaço para o novo e para o alto risco. Uma carteira mais arrojada e de longo prazo deve conviver com as inovações incrementais e aprimoramentos. Isto mostra que a proposição de manter metodologias diferenciadas para os dois distintos conjuntos de projetos faz sentido.

É válido verificar como ficaria a pontuação se fossem aplicados os novos critérios propostos nesta tese para o projeto de "Síntese de Zeólita tipo ZSM-5", embora seja pertinente lembrar que naquela época, certamente, não se esperava um sucesso tão marcante, além de ser um tanto difícil, hoje, abstrai-se totalmente do ocorrido.

Para o eixo Sustentabilidade tem-se:

- Aderência à Estratégia: Nota 4, pois era altamente coerente à estratégia e aos objetivos empresariais da época, pois a empresa havia decidido investir pesadamente na área de catalisadores de FCC;
- Visão Holística: Nota 3, pois na proposição original do projeto pretendia-se reduzir ou se possível eliminar o uso de *templates*, compostos orgânicos de difícil eliminação que normalmente saem no efluente líquido do processo. Por conseguinte objetivava-se reduzir o impacto ambiental;
- A média da Sustentabilidade seria então 3,5, correspondendo a A.

Para o eixo Potencial de Criação de Vantagem Competitiva tem-se:

- Risco e Recompensa: Nota 3, pois era um projeto de alta recompensa e alto risco;
- Apropriabilidade – Monopólio Temporário: Nota 2, pois não tinha a possibilidade de criar um monopólio temporário, já que a Mobil, na época, detinha-o. Entretanto

tinha valor comercial por garantir o direito de atuar nesta área, pois se vislumbrava o desenvolvimento de um processo alternativo que contornasse as patentes da Mobil.

Apropriabilidade – Vantagem Competitiva Específica: Nota 3 (no mínimo), pois a capacitação ou *expertise* a ser desenvolvida é difícil de ser adquirida e copiada pelo menos a médio prazo.

A média da nota da Apropriabilidade é 2,5;

- Potencial de Agregação de Valor: Nota: 4, pois já na época as zeólitas ZSM-5 se apresentavam como grande potencial para diversas aplicações, sendo que algumas já estavam consagradas, tendo, portanto, alto potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras;
- Diversidade de concepções e conhecimentos agregados: Nota 3, pois havia vários setores participantes, bem como o time da FCC S.A., além de profissionais com diferentes *backgrounds*;
- Articulação externa: Nota 3, pois embora houvesse a participação da Akzo Nobel e o Coordenador do Projeto, que tinha vindo do Instituto Militar de Engenharia, fosse muito bem relacionado na comunidade de catálise, este projeto não se destacava em relação aos demais projetos da carteira;

Atribuindo peso 2 ao critério de "risco e recompensa", como um estímulo a busca de inovações, a nota ponderada para o Potencial de Criação de Vantagem Competitiva seria de 3,1 o que corresponderia a A, portanto a classificação final do projeto seria de "muito alta" prioridade.

Mesmo que se tivesse errado em alguma nota, devido à análise extemporânea que pode ser influenciada pelo conhecimento sobre o histórico do projeto e o Potencial de Criação de Vantagem Competitiva fosse B, a prioridade do projeto seria alta bastante para não ser rejeitado.

O caso relatado não foi único, pois ocorreram outras situações de cancelamento de linhas de pesquisa, que posteriormente retornaram como, por exemplo, o GTL (*gas-to-*

liquids) e o FCC para destilados médios. Pode-se também citar o caso da área petroquímica, em que diversos projetos de desenvolvimento de processo e catalisadores de polimerização foram encerrados, num momento do passado, por uma decisão político-estratégica e agora estão-se retomando estas atividades.

8.2 – Aprimoramento da Nova Metodologia pelo Uso

A nova metodologia parece adequada para a seleção, avaliação e priorização de projetos inovadores incipientes, entretanto novas ferramentas de gestão normalmente necessitam ser aprimoradas pelo seu uso. É comum ao colocá-las em prática ocorrerem alguns problemas na aplicação, que devem ser sanados ao longo do tempo, sendo feitas as adaptações necessárias. Estas melhorias são bem vindas e devem ser incorporadas sempre que não interfiram diretamente nos conceitos adotados, ou seja, nos princípios que a geraram.

É bom lembrar que sempre que mudanças são implantadas, ocorrem resistências. As pessoas que há muito estão acostumadas a utilizar uma determinada metodologia, resistem e sentem dificuldade em mudar seus conceitos, seus receituários e hábitos, que normalmente, por sua repetida aplicação, tornam-se confortáveis e práticos ao uso. A metodologia proposta muda alguns paradigmas e sua utilização visa contribuir e estimular que novas idéias e propostas não sejam descartadas prematuramente e que ganhem espaço na organização para que sejam exploradas. O que se propõe é uma análise sobre outra ótica e para que isto ocorra com efetividade é necessário que os métodos vigentes sejam alterados.

O surgimento de melhorias pela prática é comum, pois só ao aplicar o novo processo é que se detectam alguns problemas e, às vezes, percebe-se que algum aspecto foi negligenciado ou subestimado. Pode ocorrer também falta de clareza, ou de uma melhor definição ou adequação para algum critério. Entretanto não devem ser alterados os conceitos que suportam a metodologia, sem uma análise criteriosa. Não se advoga que a metodologia não possa ser modificada, ou em parte adaptada, objetivando sua melhor

aplicabilidade. Só que estas alterações devem ser bem analisadas e fundamentadas, sendo fruto de algum princípio ou conceito que não foi aventado inicialmente, mas que por necessidade específica deve ser incorporado. Neste caso estar-se-ia gerando uma nova metodologia decorrente da original. Isto é muito válido quando conscientemente executado.

8.3 – Condicionantes de Aplicação da Metodologia

A metodologia proposta foi gerada dentro de alguns condicionantes que têm que ser analisados, pois embora aparentemente possa ser aplicada a qualquer carteira de projetos inovadores incipientes, talvez sua aplicação generalizada esbarre em algumas dificuldades e limitações. De qualquer modo, há uma série de autores que criticam a importação e uso direto de metodologias exógenas a uma organização, devendo ser cuidadosamente analisada e verificada a sua aplicabilidade (Gundling, 2000; Tidd, 2003; Hamel, 2006; Hansen e Birkinshaw, 2007).

Há uma série de condicionantes que o autor desta tese por sua experiência profissional, que inclui muitos anos no gerenciamento de carteiras de projetos de P&D, no Cenpes, intuitivamente incorporou. Esta incorporação se deu de um modo natural, fruto da cultura e do ambiente-tarefa em que desenvolveu a sua vida profissional. Algumas condições que podem validar a efetividade da aplicação da metodologia proposta são:

- Organização de grande porte (nível de investimento em P&D);
- Carteira extensa de projetos;
- Processo e produtos com um tempo de vida longo;
- Setor econômico: petróleo e energia.

A seguir, estas condicionantes e seus possíveis impactos na aplicação da metodologia são analisados.

8.3.1 – Organização de Grande Porte

No desenvolvimento da metodologia proposta, em nenhum momento, foram consideradas limitações críticas de investimento nas atividades de desenvolvimento de um projeto de P&D. No caso de uma empresa de grande porte, normalmente é investido um percentual de suas vendas para as atividades de P&D, que dependendo do ambiente-tarefa, do grau de competitividade e do tempo de vida dos produtos, pode ser de menos que 0,5 % até chegar a mais de 20 % das vendas. Foi considerado que os recursos para P&D são disponibilizados até um percentual definido por sua alta gerência e que em nenhum momento o investimento, num projeto específico, venha a representar um dispêndio elevado demais para a empresa, de modo a ameaçar a sua situação financeira. Se fosse o caso, o critério financeiro seria extremamente relevante para a seleção do projeto e as técnicas de Análise de Opções se tornariam essenciais.

É válido comentar que projetos incipientes evoluem e, normalmente, o seu orçamento também é progressivo, portanto é difícil na etapa inicial do projeto ocorrer dispêndios tão elevados, pois se está na fase de busca de viabilidade técnica. A fase de viabilidade econômica, que normalmente ocorre quando o projeto já evoluiu para a fase de desenvolvimento, é que normalmente requer investimentos em protótipos de produto, plantas pilotos ou plantas de demonstração, que são muito mais dispendiosos.

De qualquer modo, o universo das pequenas empresas de alta tecnologia tem um comportamento distinto como mostram os estudos de Boage e Rinholm (1989) e Khan e Manopichetwattana (1989). Há empresas que usam planos e procedimentos formais para o desenvolvimento de novos produtos e outras que não. Embora o estudo daqueles reportem que as empresas que têm um procedimento formal estejam mais satisfeitas com a sua habilidade de selecionar produtos de sucesso, o trabalho destes sobre empresas pequenas, com menos de 500 empregados, chega a uma conclusão distinta. São também identificados dois grupos de empresas, aquele que aplica procedimentos formais e outro que pouco os praticam. Entretanto, neste caso, o grupo que não usa procedimentos formais reporta mais casos de sucesso em inovação. Por conseguinte, o grupo das pequenas empresas necessita

ser estudado melhor quando aos métodos de seleção, avaliação e priorização de seus projetos de P&D.

8.3.2 – Carteira Extensa de Projetos

A metodologia proposta é bem adequada para organizações que apresentam um fluxo contínuo e significativo de proposição de novas idéias e projetos incipientes a serem desenvolvidos e que periodicamente necessitam fazer uma seleção e priorização de sua carteira de investimento.

Para uma empresa que tenha um nível pequeno de recursos em P&D e I, o esforço deve ser concentrado, portanto este tipo de escolha deve ser norteado por uma análise de quais propostas incipientes possam contribuir mais com as futuras pretensões da empresa, tomando-se em consideração o seu *portfólio* de produtos e processos e sua estratégia de evolução. Neste caso, aspectos relativos à exeqüibilidade técnica e familiaridade com o mercado costumam ter uma importância maior, devendo ser incluídos no elenco de critérios de seleção.

No caso de empresas com uma carteira de desenvolvimento de produtos pequena, técnicas como o BCG Tecnológico (Coutinho, 2005), que compara projeto a projeto, aplicado a toda a carteira, considerando os segmentos de mercado atual de seus produtos e o que se pretende como mercado futuro pode nortear melhor as escolhas a serem feitas.

Como observação final, é pertinente lembrar que se o universo de projetos é pequeno, é possível incluir um número maior de parâmetros de seleção, pois a análise da carteira não é tão demorada e trabalhosa.

8.3.3 – Processo e Produtos com Tempo de Vida Longo

Empresas cuja característica seja um *portfolio* produtos com tempo de vida muito curto e estejam num ambiente de negócios muito volátil, necessitam desenvolver processos

de gestão com uma dinâmica diferenciada. A metodologia proposta não foi gerada especificamente para este ambiente. Sua concepção foi lastreada considerando a experiência acumulada no setor petróleo e energia, cujo tempo de vida dos produtos é relativamente longo, pois os combustíveis são produtos certificados, homologados e com especificações rígidas. Embora haja demanda por novos combustíveis e energias alternativas, estas soluções afetam outros segmentos da economia. Por exemplo, o setor refino está intimamente relacionado às redes de distribuição de combustíveis e à indústria automobilística, requerendo adaptações de toda uma cadeia produtiva, o que dificulta a entrada de novos produtos e exige longos tempos de adaptação às mudanças.

Há setores com características inversas, como o de computadores, telecomunicações e catalisadores para a indústria química que têm a duração de seu ciclo de produtos muito curta, algumas vezes chegando a meses. Além disso, com o passar dos anos, este ciclo cada fez se torna menor. É o caso dos discos rígidos para computadores, que no início dos anos oitenta tinham um ciclo que durava de 4 a 6 anos, após este período um novo e melhor produto desbancava o produto existente. No final dos anos oitenta, este ciclo caiu para 2 a 3 anos e na década de noventa, passou para 6 a 9 meses (Chesbrough, 2007).

Embora a aplicação de metodologia possa ser adequada mesmo para um ambiente volátil, a composição dos participantes do fórum que usará esta ferramenta com vistas a selecionar e priorizar os projetos inovadores deverá ser um tanto distinta. Neste caso, é muito importante que o pessoal da linha de frente com os clientes, isto é, Marketing, Vendas e Assistência Técnica, tenha um peso significativo neste fórum. Também deve estar bem representado o time da Produção, pois o tempo de lançamento se torna crítico e a garantia da facilidade de manufatura do produto é essencial.

8.3. 4 – Setor Econômico: Petróleo e Energia

A metodologia proposta está focada no setor petróleo e energia, portanto deverá ser cuidadosamente avaliada a adequação da sua aplicação para setores da economia cujos ambientes-tarefas difiram muito deste setor. Cabe uma análise pelos especialistas da área,

se alguma das características essenciais deste setor não foi negligenciada ou se algum aspecto irrelevante foi exacerbado.

Tomando por base o exemplo do setor farmacêutico, que foi um dos que mais sentiu o aumento dos custos de desenvolvimento de seus produtos. Hoje o investimento necessário para desenvolver uma droga de sucesso atinge a 800 milhões de dólares, dez vezes mais que há uma década atrás (Chesbrough, 2007). Além disso, o ciclo de vida dos produtos diminuiu, bem como o tempo de desfrute da proteção pela obtenção de uma patente, devido a mais longos períodos de teste para liberação da droga e a entrada mais rápida dos fabricantes de genéricos. Esta indústria está sob uma forte pressão, buscando se adaptar a esta nova realidade. Embora novos problemas requeiram novos princípios e a metodologia proposta explore justamente novas abordagens, é difícil afirmar que esta esteja adequada para a realidade atual deste setor.

Este exemplo é bem característico, pois por ser um dos setores que mais investem em P,D&I, percentualmente a suas vendas, e tendo o retorno do investimento a muito longo prazo, devido às características dos seus produtos, esta indústria já vem há muito tempo aplicando a Análise de Opções na seleção de sua carteira de projetos. Em realidade, devido aos elevados custos de P&D tentam mitigar o grau de risco de sua carteira de investimentos através deste tipo de técnica. Seria temerário recomendar que este setor utilize uma nova ferramenta sem uma análise criteriosa de seu impacto. O que talvez seja válido é tentar utilizar alguns dos novos paradigmas propostos para reformular suas ferramentas em prática. De qualquer modo a aderência desta nova ferramenta gerencial deve ser testada e adaptada para os diferentes segmentos da economia, pois foi concebida segundo uma determinada cultura e ambiente empresarial e poderá apresentar resultados distintos do esperado em outros contextos.

Assim como para o setor farmacêutico, a metodologia pode não ser adequada ou talvez necessite de adaptações significativas para demais segmentos, cuja natureza do ambiente de negócios seja muito diversa do setor petróleo e energia. Uma análise criteriosa, por especialistas e profissionais habilitados, deve ser elaborada antes de sua aplicação.

Capítulo 9 – Conclusões e Recomendações

Finalizando este trabalho, são apresentadas as conclusões gerais da tese e feitas algumas recomendações para estudos futuros, como possíveis desdobramentos da nova metodologia proposta.

9.1 - Conclusões

O presente trabalho visa propor uma nova ferramenta de gestão da inovação, cujo objetivo precípuo é selecionar as idéias e/ou projetos incipientes mais promissores de uma carteira de projetos tecnológicos para uma empresa. As principais conclusões deste estudo são:

- Atualmente a inovação contínua é essencial para as empresas mantenham a sua competitividade;
- Para gerar uma inovação que atinja sucesso comercial é essencial que sejam exploradas e testadas várias idéias novas. Necessita-se de quantidade para extrair qualidade;
- A análise de *portfolio* convencional não está bem adequada à seleção de idéias inovadoras e/ou projetos inovadores incipientes, sendo mais útil para uma carteira de projetos em fase de desenvolvimento;
- É pertinente dividir uma carteira de projetos inovadores em dois conjuntos: projetos incipientes; e projetos de desenvolvimento, devendo-se aplicar ferramentas distintas para a seleção, avaliação e priorização destes dois grupos de projetos;
- Os critérios econômicos, quando aplicados aos projetos de inovação em fase muito incipiente, perdem seu sentido por falta de precisão dos dados disponíveis;
- A atratividade econômica (relação Benefício/Custo) de um projeto costuma diminuir significativamente ao longo de sua evolução, fazendo com que a aplicação deste parâmetro de controle, em fase embrionária, perca o sentido (ilusão de controle);

- Ao se dar prioridade à geração de inovações, a base da análise de *portfolio* deve evoluir de quantitativa para qualitativa. Ganham força o julgamento de especialistas e a intuição.
- O critério de "alinhamento à estratégia empresarial", que comumente é utilizado, é essencial para a seleção de novas idéias e projetos inovadores, de modo a nortear áreas de atuação e os investimentos em P&D e I;
- Critérios para a seleção de projetos como: a familiaridade com a tecnologia (capacitação tecnológica); e a familiaridade com o mercado (capacitação mercadológica e comercial) estimulam a permanência nos negócios e mercados atuais da empresa. Isto não contribui para a busca de novos negócios e mercados, reforçando o "dilema do inovador";
- Inovar é correr risco, portanto o critério de seleção e priorização de projetos como "probabilidade de sucesso" deve dar espaço para "alto risco e alta recompensa";
- As parcerias tecnológicas que geralmente buscam agregar ativos e conhecimentos complementares devem ambicionar mais, buscando a alavancagem do conhecimento (sinergia e potencial de geração de novos conhecimentos);
- A diversidade de concepções e capacitações é fator essencial para a geração de inovações e deve ser aplicado como critério para seleção de projetos;
- A apropriabilidade da inovação é outro aspecto essencial, quer seja pela possibilidade de geração de um monopólio temporário, quer seja pela dificuldade de imitação da inovação, devido à acumulação de conhecimento tácito (competências essenciais);
- O potencial de crescimento do número de produtos ou serviços e/ou futuro ganho de mercado pela aplicação do resultado do projeto é um critério que deve ser adotado, pois a idéia é privilegiar a possível abertura de novos horizontes que o fato de atuar numa nova área de conhecimento possa gerar;
- Num contexto dinâmico de competição, as empresas necessitam investir em agregação de conhecimento, tecnologia e inovação, de modo a garantir sua competitividade;

- É necessária a busca de novas ferramentas para a gestão de um *portfolio* de projetos inovadores, devido às políticas do governo brasileiro que estimulam a geração de inovações, com maior volume de recursos destinados a este fim;
- Estes recursos destinam-se principalmente a academia e a centros de P&D de instituições sem fins lucrativos, que têm melhores condições de atuar em pesquisa fundamental em lugar de pesquisa aplicada, portanto deve-se gerar um número maior de projetos inovadores incipientes;
- A Política Industrial, Tecnológica do Comércio Exterior do MDIC, estabeleceu áreas estratégicas e portadoras de futuro e deu continuidade aos Fóruns de Competitividade criados em diversos setores econômicos, o que igualmente estimula a geração de projetos inovadores;
- A Petrobras pretende aumentar o número de inovações tecnológicas geradas pelo seu Centro de Pesquisas e pelas Redes Temáticas e demais instituições de P&D que suportam e seu desenvolvimento tecnológico;
- A Petrobras vive um momento de expansão, com aumento de seu nível de investimento, inclusive entrando em novas áreas de negócio, o que igualmente estimula a geração de uma carteira de projetos de P&D menos conservativa, portanto é esperado um número maior de proposições de projetos inovadores incipientes;
- A metodologia proposta para seleção, avaliação e priorização de projetos inovadores incipientes é pertinente à conjuntura nacional atual e aos novos paradigmas do mercado globalizado;
- A metodologia propõe novos critérios de seleção que estão coerentes com uma política de estímulo à inovação e evitam que idéias promissoras, por estarem em um estágio incipiente, sejam descartadas ou mal priorizadas;
- Como toda ferramenta de gestão, a metodologia proposta necessita ser aprimorada pelo uso;
- Deve-se tomar cuidado na sua aplicação direta, em áreas cujo ambiente de negócio seja muito distinto do setor petróleo.

9.2 – Recomendações

Inicialmente propõe-se que a metodologia seja imediatamente aplicada com vistas ao seu aprimoramento. Recomenda-se que seja adotada principalmente em áreas de novos negócios que disponham de um leque considerável de opções tecnológicas, como por exemplo, na Gerência de Gás e Energia do Cenpes, que contém um conjunto variado de áreas de atuação ainda num nível incipiente, tais como: transformação química do gás natural; transformação física do gás natural; hidrogênio energético; etc. Outra área de aplicação propícia é na carteira da Rede Temática de biocombustíveis e biorrefinarias.

Como toda nova metodologia, esta apresenta limitações inerentes as premissas adotadas para a sua formulação, devido a algumas condições de contorno existentes e experiências práticas anteriores que nortearam a sua geração. Principalmente as metodologias e práticas gerenciais são frutos de uma cultura e do conhecimento acumulado, que é específico de uma organização e dos profissionais que compõem os seus quadros. Isto leva à proposição de alguns estudos que venham a complementar, aprimorar, ou mesmo contestar este trabalho, objetivando a obtenção de melhores ferramentas de gestão.

9.2.1- Metodologia para Empresas Pequenas

No conjunto das pequenas empresas há aquelas que dispõem de procedimentos formais para a escolha dos novos produtos a desenvolver e outras que não. As pequenas empresas de base tecnológica, por sua característica mais informal e sua dinâmica própria, merecem um estudo à parte. Seria de grande valia verificar como este grupo trata especificamente o processo de seleção de projetos inovadores. Algumas questões que deveriam ser respondidas são:

- Quais os melhores métodos para a identificação de novos produtos?
- Quais as ferramentas em uso para captação e geração de idéias?
- Há algum procedimento de peneiramento (pré-seleção) destas idéias?
- Quais os critérios de seleção de projetos normalmente aplicados?

Com estes dados disponíveis e considerando os novos paradigmas para a gestão de um *portfolio* de projetos incipientes, poder-se-ia propor critérios mais específicos para este segmento de empresas.

A metodologia proposta nesta tese está bem adequada para empresas de grande porte, que lidam com uma extensa carteira de projetos de P&D e I. O tamanho da empresa costuma ter influência em seus processos de gestão, portanto parece existir uma lacuna a explorar que é um estudo mais detalhado para as pequenas empresas, que poderia ser o foco de uma futura tese.

Outra lacuna a explorar é o caso de incubadoras e empresas nascentes de base tecnológica. A própria Petrobras investiu em algumas delas, principalmente na área de exploração e produção de petróleo em águas profundas. Um exemplo é o Laboratório Tecgraf - Tecnologia de Computação Gráfica, cujo principal objetivo é a aplicação científica de computação gráfica para solução de problemas de engenharia, que está localizada na PUC-RJ. Incubadoras e empresas geradas por capital semente são casos distintos de escolha de opção tecnológica, pois se trata da exploração de oportunidade técnico-ciêntifica desenvolvida, normalmente geradora ou ampliadora de um novo mercado, o que é diferente do foco desta tese que visa selecionar projetos embrionários para uma carteira de P&D.

9.2.2 – Exploração da Cadeia de Valor da Inovação

Outros estudos que poderiam ser realizados dizem respeito à cadeia de valor da inovação, assunto discutido no Capítulo 4. A etapa de seleção de idéias, que foi aprofundada nesta tese é um pequeno elo desta cadeia. Há toda uma série de oportunidades que podem ser exploradas com vistas a melhorar, por exemplo, o processo empresarial de geração interna de idéias, ou de aprimoramento das idéias, via “polinização cruzada”, ou o processo de captação de idéias externas.

Outra possibilidade é permanecer na etapa de conversão das idéias e já que se aprimorou o processo de seleção de novas idéias, debruçar-se sobre as ferramentas de desenvolvimento, ou seja, melhorar as ferramentas de transformação da idéia ao primeiro resultado concreto. Além disso, pode-se trabalhar a etapa de difusão da idéia que se transformou num projeto de inovação, efetivando a disseminação do novo projeto, de modo que este possa ser aprimorado e ganhe a robustez necessária para evoluir positivamente.

Todas estas etapas carecem de uma reformulação face ao novo contexto do ambiente-tarefa e ao mercado extremamente volátil, que exige que as organizações aumentem a sua capacidade de geração de inovações em busca de vantagens competitivas. As ferramentas aplicadas nestas etapas podem e devem passar por uma análise crítica e uma verificação de sua adequação aos novos paradigmas vigentes no mercado e sempre que necessário deverão ser reformuladas.

O processo de inovação é complexo é deve ser entendido como uma cadeia de valor, necessitando de ser constantemente atualizadas as suas ferramentas gerenciais. Há uma série de oportunidades de aprimoramento das distintas fases desta cadeia com vistas a melhorar a sua eficiência, que devem ser objeto de outros estudos. No ambiente de competição global, não é suficiente ter acesso à pesquisa científica de ponta e aos desenvolvimentos tecnológicos de vanguarda. As empresas de negócio classe mundial necessitam estar sintonizadas com métodos atualizados de melhoria de desempenho operacional e organizacional.

Referências Bibliográficas

Almeida, M.F.L., *Sustentabilidade Corporativa, Inovação Tecnológica e Planejamento Adaptativo: Dos princípios a ação*, Tese de Doutorado, PUC-RIO, 13/03/2006

Alvares, A. C. T.; Barbieri, J. C.; Machado, D. P. N. "O caso Brasilata". In: Barbieri J.C (Org.) *Organizações inovadoras: estudos de casos brasileiros*, Cap. 4, , Rio de Janeiro: Editora FVG, , 2003

Antunes, A (Coordenação) *O futuro da indústria de transformados plásticos: embalagens plásticas para alimentos*, MDIC, Instituto Euvaldo Lodi, Brasília, IEL/NC, 2005

Antunes, A.; Mercado, A. *A Aprendizagem Tecnológica no Brasil: a experiência da indústria química e petroquímica*, Escola de Química / UFRJ, Rio de Janeiro, 1998

Argyris, C.; Schön, D.A., *Organizational learning: A theory of action perspective* Reading.Massachusetts: Addison-Wesley, 1978

Assayag, M.I; Castro, G.; Minami, K.; Assayag, S. *Campos basin: a real scale lab for deepwater technology development*, Offshore technology Conference 8492, Houston, EUA, 1997

Bannister, F.; Remenyi, D. *Acts of faith: instinct, value and IT investment decision*, Journal of Information Technology, v. 15 (3), September 2000, pp. 231-241

Barney, J. B. *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*, New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1996

Barshop, P. *Best Practices pays off*, European Chemical News, 22, p. 16-17, Dec 2003

BCG – The Boston Consulting Group. *Measuring Innovation 2006.* Disponível em: http://www.bcg.com/publications/files/2006_Innovation_Metrics_Survey.pdf, acesso em: 31.05.2007, às 17:30

BCG Growth Share Matrix, Net MBA Business Knowledge Center, www.netmba.com/strategy/matrix/bcg , acesso em: 06.04.2008 às 19:32.

Bell, M. e Pavitt, K. Trade, technology and international competitiveness. In: Haque, I. *The development of technological capabilities*, Washington: The World Bank, 1995

Beltrão, R.L.C.; Almeida, M.F.L. *Gestão da Inovação na Petrobras: uma estratégia de crescimento e sustentabilidade*. Innovación Tecnológica en Energía y Petroquímica (INNotec), Instituto Argentino del Petróleo y Gás, SPE, Buenos Aires, 14-17/09/2004

Benetti, P. C. A. *MITOdoLOGIA – Pessoas e empresas criativas e inovadoras. Por que não?* Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003

Boag, D.A.; Rinholm, B.L. *New Product Management Practices of Small High Technology Firms*, Journal of Product Innovation Management, 6, p. 109-122, 1989

Bomtempo, J.V.; Ughetto, P., Proximité à l'égard du client et compétences de la firme. In : Rallet, A.; Torre, A. (org) *La proximité à l'épreuve des technologies de communication,* (Cap. 1), Éditions L'Harmattan, Paris, 2007

Brow, A. S. *The Creative Impulse*, Mechanical Engineering, 129, 9, ABI/INFORM Global, p. 24-30, Sept 2007

Chesbrough, H. *Managing Open Innovation*, Research Technology Management, 47, 1, pp. 23-26, Jan-Feb 2004

Chesbrough, H.W. *Why companies should have open business models*, MITSloan Management Review, v. 48, no. 2, p. 22-28, Winter 2007

Chiesa, V. *R&D Strategy and Organisation,* London: Imperial College Press, p. 58, 2001

Chiesa, V. ; Manzini, R. *Organizing for technological collaborations: a managerial perspective*, R&D Management, 28, 3, p. 199-212, 1998a

Chiesa, V. ; Manzini, R. *Towards a Framework for Dynamic Technology Strategy*, Technology Analysis & Strategic Management, v. 10, n. 1, p. 111-129, March 1998

Christensen, C.L. *The Innovator's Dilemma*, New York: HarperBusiness, 2000
Christensen, C.L.; Overdorf, M. *Meeting the Challenge of Disruptive Change*, Harvard Business Review, March-April, p. 66-76, 2000

Clark, K.B.: Wheelwright, S.C., *Managing new product and process development: text and cases*, New York: The Free Press, 1993

Cooper, R. G.; Edgett, S.J.; Kleinschmidt, E.J. *Best Practices for Managing R&D Portfolios, Research Technology Management.* v. 41, Issue 4, p. 20 – 33, Jul/Aug, 1998

Cooper, R.G, Edgett, S.J., Kleinschmidt, E.J. *Portfolio management for new product development: results of an industry practices study*, R&D Management, 31 (4), p. 361-380, 2001

Cooper, R.G., Edgett, S.J. Kleinschmidt, E.J. *Portfolio management in new product development: lessons from the leaders –I*, Research Technology Management, 40, 5, p. 16-28, Sept-Oct 1997

Coutinho, P. L. A. *Estratégia Tecnológica e Gestão da Inovação: uma estrutura analítica voltada para os administradores de empresas*, Dissertação (Doutorado) Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004

Coutinho, P.L.A. *Ferramentas para inovar*, Programa de Pós-graduação em Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, UFRJ, EQE-755, 1º Período, 2005

D'Aveni, R.A. Hypercompetitive rivalries: competing in highly dynamic environments, New York: Free Press, 1994

Davenport, T.H.; Prusak, L. Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual, Rio de Janeiro: Campus, 1998

Degnan, T.F.; Chitnis, G.K.; Schipper, P.H. *History of ZSM-5 fluid catalytic cracking additive development at Mobil*, Microporous Mesoporus Mater, 35, 245, 2000

Deloitte Touche Tohmatsu *As empresas que mais cresceram no Brasil/2003*, Impulso para crescer:Valor Econômico/Caderno Especial, F1 e 2 - 19, 20, 21/12/2003

Dissel, M.; Farrukh, C.; Probert, D. Phaal, R. *Evaluating Early Stage Technology Valuation Methods: what is available and what really matters*, Proceedings of IEEE Conference, St. John's Newfoundland, Canada, 11-13 September 2005

Dixit, A.K.; Pindyck, R.S. *The options approach to capital investment*, Harvard Business Review, p. 105-115, May-June 1995,

DOE - Department of Energy, Scientific Research Policies, www.sc.doe.gov.Acesso em: 22 nov. 2004

Dornelas, J.C.A. *Empreendedorismo: transformando idéias em negócios*, Rio de Janeiro: Campus, 2001

Dosi, G., The nature of the innovative process. In: ____, Technological change and economic theory, London: Pinter Publishers, 1988

Drucker, P. F. *Innovation & entrepreneurship*, New York: HarperBusiness, 1993

Drucker, P. F. *The Practice of Management*, Allied Publishers Pvt Ltd, Mumbai, 2004

Elkington, J. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*, Oxford: Capstone Publishing, 1997

Farrukh, C.; Dissel, M.; Probert, D.; Kazancioglu, E.; Romito, C.; Phaal, R.; Hunt, F.; Mitchell, R. *Business Appraisal of Technology Potentials: Valuing Technology*, p. 1 -16, IAMOT 2005

Farrukh, C.; Phaal, R.; Probert, D.; Gregory, M.; Whight, J. *Developing a process for the relative valuation of R&D programmes*, R&D Management, 30 (1), pp. 43-53, Jan 2000

Faulkner, T.W. *Applying "options thinking" to R&D valuation*, Research Technology Management, 39(3), p. 50-56, 2006

Figueiredo, A.; Ferreira, J.M.M.; Silva, J.; Lam, Y. L.; Almeida, M.B.B.; Pimenta, R.; Chamberlain, O.P.; Menezes, S.C. *Aditivo de ZSM-5 para Maximizar Propeno e GLP em craqueamento catalítico: a experiência Petrobras / FCC S.A* , trabalho convidado do 12º. Congresso Brasileiro de Catálise, Rio de Janeiro, 2003.

Freeman, C. *Long Waves in the World Economy*, London: Frances Pinter, 1982

Fusco, J.M.; Einsfeldt, M.; Medeiros, J.; Freire, P.S.; Patrício Jr., N.; Tan, M. H.; Ramos, J.G.F. e Torem, M.A. *PAC^{RC} – Um marco no processo de Craqueamento Catalítico Fluido*, 4º. Encontro Sul-americano de Craqueamento Catalítico, Manaus, 14-17/08/2000

Ghemawat, P *Competition and Business Strategy in Historical Perspective*, Harvard Business School, 9-798-010, p. 1-29, Rev. December 11, 1997

Gomez, R. *GIT de Inovação*, IBM Global Business Services, apresentação em Seminário Interno da Petrobras, Rio de Janeiro, outubro 2006

Grandstrand, O.; Patel, P.; Pavitt, K. *Multi-technology corporations: why they are "distributed"rather than "distinctive core" competencies*, California Management Review, 39, N. 4, 8-25, Summer 1997

Gundling, E. *The 3M way to Innovation: Balancing People and Profit*, New York: Kodanska America, p. 247, 2000

Hamel, G. *Competition for competence and inter-partner learning within international strategic alliances*, Strategic Management Journal, 12, 83-103, 1991

Hamel, G. *Leading the Revolution*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 2000

Hamel, G. *Management Innovation*, Harvard Business Review, p. 72-84, February 2006

Hansen, M.T.; Birkinshaw, J. *The Innovation Value Chain*, HBR Spotlight, Harvard Business Review, p. 121- 130, June 2007

Hayes, R. H.; Garvin, D.A. *Managing as if tomorrow matter*, Harvard Business Review, p. 70-79, May-June 1982,

Herderson, R.M.; Clark, K.C. *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms*, Administrative Science Quarterly, 35, pg. 9-30, March 1990

Hippel, E. von; Thomke, S.; Sonnack, M. *Criando Inovações Tecnológicas na 3M*, Inovação na Prática - Harvard Business Review, Rio de Janeiro: Campus, 2002

Huber, G. *Organisational learning: a guide for executives in technology-critical organizations*, International Journal of Technology Management; 11(7/8), 821-832, 1996

Huber, G. *Organizational learning: the contribution process and literature*, Organization Science v.2 , 88-115, 1991

Hunt, F.; Mitchell, R.; Phaal, R. Probert, D. *Early Valuation of Technology: Real Options, Hybrid Models and Beyond*, Journal of the Society of Instrument and Control Engineers in Japan, 43 (10), 730-735, Oct 2004

Hunt, F.; Probert, D; Wong, J.C.; Phaal, R *Valuation of technology: exploring a practical hybrid model*, Portland International Conference on Management of Engineering and technology, Portland, 2003

Jagle, A.J. *Shareholder value, real options and innovation in technology-intensive companies*, R&D Management, v. 29 (3), p.171-187, July 1999

Jaruzelski, B; Dehoff, K. *The Customer Connection: The Global Innovation 1000*, Booz Allen Hamilton, Strategy + business, issue 49, reprint number 07407, Winter 2007

Jonash, R.S.; Sommerlatte, T. *O valor da inovação*, Editora Campus, Rio de Janeiro, 2001

Khan, A.M.; Manopichetwattana, V. *Innovative and Non-innovative Small Firms: Types and Characteristics*, Management Science, 35 p. 597-606, 1989

Kastika, E. *Introducción a la creatividad*, BuenosAires: Innovar, Escuela de Innovadores de Buenos Aires, 2003

Kelley, T.; Littman, J.; Peters, T. *The art of innovation*, Hardcover, 2001

Kim, L. *Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience*, Industrial and Corporate Change, v. 8, n.1, p. 111-136, March 1999

Kim, L., *Stages of development of industrial technology in a developing country: a model***,** Research Policy, 9: 245-77, 1980

Kim, W. C.; Mauborgne, R. *Esqueça a concorrência*, HSM Management, n.24, p.78-86, jan-fev 2001

Kline, S. J. *Innovation is not a linear process*. Research Management, v.28, n.4, p 36-45, jul-ago 1978

Kline, S. J.; Rosenberg, N. "An overview of innovation". In: Landau, R. & Rosemberg, N. *The Positive Sum Strategy*, National Academy Press, p. 275-305, 1986

Kor Y.Y.; Mahoney, J.T. *Edith Penrose (1959) contributions to the Resource-based View of Strategic Management*, Journal of management Studies 41:1, Jan 2004, 0022-2380

Krishna, A.K.; Hsieh, C.R.; English, A.R.; Pecoraro, T.A; Kuehler C.W.,*Additives improves FCC process*, Hydrocarbon Processing, 59, Nov. 1991

Kuehler, C.W. Proceedings on *Symposium on Advances in FCC Conversion Catalysts*, 211 National Meeting, American Chemical Society, New Orleans, 1996

Lall, S. "Technological learning in the third world: Some implications of technology exports". In: Stewart, F. & James, J. *The economics of new technology in developing countries*, London: Frances Pinter Publishers, 1982

Lall, S. *Developing countries as exporters of industrial technology*, Research Policy, 9: 24-52, 1980

Lam, Y.L.; Gorne, J.; Nogueira, L.; Costa, S.T. *Síntese de Zeólita Tipo ZSM-5 na presença de álcoois simples com direcionadores ou sementes sólidas*, in the Proceedings of the XII Simpósio Ibero-americano de Catálise", p. 664 – 673, 1990

Leitão, D. M. *O processo de aprendizado tecnológico nos países em desenvolvimento: o caso da refinação de petróleo no Brasil*, Boletim Técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, v.28(3), p. 207-218, jul.- set.1985

Leite L. F. *PETROBRAS Technologies for Heavy Oil Processing*, International Symposium on Utilization of Super-Heavy Hydrocarbon Resources – Tóquio, Japão, 18-19/09/2000
.

Leite L.F, Fusco J.M., Ramos J.G., Medeiros J., Torem M.A. *Novel Fluid Catalytic Cracking Technology – Excellence in Heavy Feedstock Processing*, 17^{tth} World Petroleum Congress, Rio de Janeiro, Brasil – 1-5/09/2002

Leite, L. F. *Construção do conhecimento na indústria do refino: Modelos de dinâmica da inovação*, (Orientador: Seidl, P.) Tópico Especial, Escola de Química – UFRJ, 1º. trimestre, 2005

Leite, L.F.; Dutra, L.E.D.; Antunes, A.M.S *Desenvolvimento tecnológico na indústria do petróleo: o ambiente organizacional e seus aspectos habilitadores e inibidores da inovação*, Revista de Administração da USP, v. 41, n.3, julho/agosto/setembro 2006

Leite, L. F. *Inovação: o combustível do futuro*, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005ª

Leite, L.F.; Seidl, P.; Antunes, A.M.S *Análise do desenvolvimento da tecnologia de FCC sob a ótica das teorias de aprendizagem organizacional e dinâmica da inovação*, Revista Brasileira de Inovação / FINEP, v.7, n.1, janeiro/junho de 2008

Lele, M.M. *Monopoly thinking can make your R&D more effective*, Research Technology Management, p. 34-42, Sept-Oct 2003

Leonard-Barton, D. *Wellsprings of knowledge: building and sustaining the sources of innovation*, Boston: Harvard Business School Press, 1995, USA

Levitt, T. *Marketing Myopia*, Harvard Business Review, 38, p. 24-47 July-August 1960

Leydesdorf, L.; Etzkowitz, H. *The Triple Helix as a Model for Innovation Studies,* (Conference Report) Science & Public Policy, v. 25(3), p. 195-203, 1998

Liberatore, M.J. *An extension of the Analytic Hierarchy Process for Industrial R&D, Project Selection and Resource Allocation,* IEEE, Transactions on Engineering Management, February, 12-18, 1987

Maslow, A.H *Diário de negócios de Maslow* / Abraham H. Maslow, 1970. Organizado por Deborah C. Stephens. Tradução de Nilza Freire. Rio de Janeiro; Qualitymark, 2003

Mercer, D.A. *Two Decade Test of Product Life Cycle Theory*, British Journal of Management, pp 269-274, vol. 4, 1993

Miller, W.L. *Innovation for Business Growth*, Research Technology Management, Sept-Oct, p. 26-41, 2001

Miller, W.L.; Morris, L. *Fourth Generation R&D*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999

Mintzberg, H. *Ascensão e queda do Planejamento Estratégico*, Porto Alegre: Bookman, 2004

Mitchell, G.K.; Hamilton, W.F. *Managing R&D as a strategic option*, Research Technology Management, May-June, p. 15-22, 1988

Mowery, D., The Boundaries of the US Firm in R&D. In: Lamoreaux, N. & Raff, G. *Co-ordination and Information: Historical Perspectives on the Organization of Enterprise*, University of Chicago Press, Chicago p. 147-182, 1995

Nichols, N.A. *Scientific Management at Merck: an interview with CFO Judy Lewent*, Harvard Business Review, p. 88-99, January-February 1994

Nóbrega, C. *Por que o Brasil é ruim de inovação?*, Revista Época Negócios, n.8, pág. 74 – 88, outubro 2007

Nonaka, I. *The knowledge-creating company*, Havard Business Review, nov-dez 1991

Nonaka, I.; Takeuchi, H. *Criação de Conhecimento na Empresa*, Rio de Janeiro: Campus, 1997

O'Connor, G. C.; Ayres A.D. *Building a Radical Innovation Competency*, Industrial Research Institute, www.iriinc.org/content/Content/ContentGroups/ acesso em 07/08/2006, 11:42:15

OECD *The Mesurement of Scientific and Technological Activities* (Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data), cap. 3, pg. 31, European Commission, Eurosat, 1996

Passarela, W. A seleção das melhores oportunidades de negócios. In: Pereira, H.J. *Criando seu próprio negócio: como desenvolver o potencial empreendedor*, Cap. 5, Brasília: SEBRAE, 1995

Patel, P.; Pavitt, K. *The nature and economic importance of National Innovation Systems*, STI Review, no. 14, OECD, Paris, 1994

Pavia, T.M. *The early stages of new product development in entrepreneurial high-tech firms*, Journal of Product Innovation Management, v. 8 (1), p.19-31, March 1991

Pavitt, K. *The process of Innovation*, SPRU Electronic Working Paper Series, n. 89, The Freeman Centre, University of Sussex, August 2003

Penrose, E.T. *The Theory of the Growth of the Firm*, New York: John Wiley, 1959

Petrobras / MG-EM-001 *Descrição da Fase de Definição do Empreendimento (FEL)* rev. 2, 23/03/2004

Petrobras *Plano Estratégico Petrobras 2015*, maio 2004, www.petrobras.com.br, acesso em 15.01.2005 às 16;12;08

Petrobras *Plano Estratégico Petrobras 2020: Plano de Negócios 2008-2012*, Apresentação à Força de Trabalho, 14/08/2007

Petrobras / Cenpes *Apresentação Institucional*, versão em Português, atualizada em 11/10/2007 11:01:37, www.cenpes.petrobras.com.br, 2007a

Petrobras *Comitê Tecnológico Estratégico de Gás & Energia e Desenvolvimento Sustentável – COMEG 2006*, Apresentação: Diretrizes de Gestão Estratégica, 06/12/2006

Porter, M.E. *Competitive Strategy*, New York: The Free Press, 1980

Prahalad, C. K.; Hamel, G. *The Core Competence of the Corporation*, Harvard Business Review, Maio-Jun, p. 78-90, 1990

Probert, D.; Radnor, M. *Frontier Experiences from Industry-Academia Consortia*, Research Technology Management, p.27-30, Mar-Abril, 2003

Putten. A. B v.; MacMillan, I.A. *Making Real Options Really Work*, Harvard Business Review, p.134 -141, Dec 2004

Roberts, E. B. *Overview of process of technological innovation*, Management of R&D and Technology-based innovation - Lecture & Seminar readings, MIT, Cambridge - MA,1997

Rothwell, R. *Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s*, 25th Anniversary Conference SPRU: Perspectives on the Future of Science and Technology Policy, SPRU, University of Sussex, England, July 3-4, 1991

Rothwell, R. *Towards the ffith-generation innovation process*, International Marketing Review, v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994

Saaty, T.L.; Vargas L.G. *The Analytic Hierarchy Process*, New York: Mc Graw-Hill, 1980

Salies, J. B. *Lessons learned and future challenges for ultra-deedpwater: Procap – 3000*, Deep Offshore Technology Conference, Marseille, França, 19-21/10/2003

Schepers, J.; Schnell, R.; Vroom, P. *From idea to business – how Siemens bridges the innovation gap*, Research Technology Management, may-june, p. 26-31, 1999

Schrage, M. *Serious Play – How the world best companies stimulate to innovate*, Boston: Harvard Business School Press, pp 171-174, 2000

Schumpeter, J.A. *Capitalism, Socialism and Democracy*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1942

Schumpeter, J.A. *The theory of economic development*, New York: Oxford University Press, 1961 (publicado originalmente em 1934)

Senge, P. M. *The fifth discipline: the art and science of the learning organizations*, New York: Boubleday, 1990

Silveira, G. *Innovation diffusion: research agenda for developing economies*, Technovation, 21, p. 767-773, 2001

Simantob, M. e Lippi, R. *Guia Valor Econômico de inovações nas empresas*, São Paulo: Globo, 2003

Simantob, M. *Inovação: conceitos, definições e tipologias*, material didático do Curso Gestão de Inovação em Empresas, PEC: FGVSP, 02/09/2003

Soares, L. H. P. *Ponto a Ponto*, Correio Braziliense, Caderno Economia, 22/04/2007

Stevens, G. A.; Burley, J. *3,000 Raw Ideas = 1 Commercial Success*, Research Technology Management, maio-jun, v. 40, n.3, p.16-27, 1997

Stewart, T.A. *Capital Intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas*, Rio de Janeiro: Campus, 3ª. Ed., 1998

Stuart, L. H.; Christensen, M.C. *The Great Leap: Driving Innovation from the Base of the Pyramid*, MIT Sloan Management Review, p. 51-56, Fall 2002

Sutton, R. *As estranhas regras da criatividade*, Revista Exame, 749, 19/09/2001

Teece, Pisano & Shuen *Dynamic Capability and the Strategic Management*, Strategic Management Journal, 18:7, p. 509 – 533, 1997

Thompson, L. *Desenvolvendo a criatividade dos grupos de trabalho organizacionais*, RAE executivo, FGV / EAESP, v,2, n.3, pág 63 – 81, ago – out 2003

Tidd, J. *MINE - Managing Innovation in the New Economy*, SPRU – University of Sussex, apresentado em *Workshop* Interno Petrobras, out 2003

Tidd, J., The Competence Cycle: Translating Knowledge into New Processes, products and Services. In: ____ *From Knowledge Management to Strategic Competence, Series on Technology Management*, v.3, SPRU, University of Sussex, UK, 2006

Tidd, J.; Bessant; Pavitt,K. *Managing Innovation*. England: John Wiley & Sons, 1997

Tirpak, T.M.; Miller. R.; Schwartz, L.Kashdam, D. *R&D Structure in a Changing World,* Research technology Management, 49, 5, p. 19-26, ABI/INFROM Global, Sep/Oct 2006

Twiss, B.C. *Managing Technological Innovation*, London: Pitman Publishing, 1995

Utterback, J. M *Dominando a Dinâmica da Inovação*, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996

Vieira, E. *Tempo de criar*, Indústria Brasileira, Sistema Indústria, Confederação Nacional da Indústria, ano 6, n. 69, p. 17-21, novembro 2006

Vinha, V. G. *A Convenção do Desenvolvimento Sustentável e As Empresas Eco-comprometidas*, Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade – CPDA/UFRRJ, Rio de Janeiro, 2000

Von Hippel, E.; *Democratizing Innovation*, Massachusetts Institute of Technology Press, 2005

Warer, R.A.; Wooley, G.L.; Tryjankowski, D.A. *Maximizing Refinery propylene Production using ZSM-5 Technology*, Hart´s Fuel Technology Management, 8, 41, 1998

Willyard, C.H.; McClees, C.W. *Motorola's Technology Roadmap Process*, Research Management n. 30, p. 13-19, 1987

Anexo1- Avaliação da Cadeia de Valor da Inovação

(Fonte: Hansen & Birkinshaw, 2007, pág. 129)

Solicite o preenchimento deste levantamento a cerca de 30 empregados de sua organização, de diferentes departamentos, que atuem em diferentes funções. Calcule a pontuação média para cada atividade e foque sua atenção nas duas maiores pontuações, estes são os elos fracos da sua cadeia de inovação.

	NÃO CONCORDO	CONCORDO PARCIALMENTE	CONCORDO	ATIVIDADE	FASE
A nossa cultura dificulta o desenvolvimento de novas idéias.	1	2	3	Geração interna de idéias	Alta pontuação indica que sua companhia tem dificuldade em gerar boas idéias
Poucas idéias boas são proposta pelo pessoal do nosso departamento.	1	2	3		
Poucos dos nossos projetos inovadores envolvem pessoas de diferentes unidades e subsidiárias.	1	2	3	Polinização cruzada entre negócios	
O nosso pessoal não colabora em projetos de outras áreas de negócio e subsidiárias.	1	2	3		
Poucas idéias boas sobre novos produtos e negócios são captadas externamente.	1	2	3	Suprimento externo de idéias	
A síndrome do "não-inventado aqui" é frequentemente manifestada. As idéias externas não são consideradas.	1	2	3		

	NÃO CONCORDO	CONCORDO PARCIALMENTE	CONCORDO	ATIVIDADE	FASE
Temos regras rígidas de investimento para novos projetos. É difícil obter apoio às novas idéias.	1	2	3	Seleção	Alta pontuação indica que sua companhia tem dificuldade em desenvolver e fazer progredir boas idéias
Temos aversão ao risco e baixo investimento em idéias inovadoras.	1	2	3		
Os projetos de desenvolvimento de novos produtos geralmente atrasam.	1	2	3	Desenvolvi-mento	
Os gerentes se deparam com muitas dificuldades no desenvolvimento de novos negócios.	1	2	3		
Somos lentos para lançar novos produtos e negócios.	1	2	3	Difusão	Alta pontuação indica que a sua companhia tem dificuldade de difusão das boas idéias
Os competidores rapidamente copiam nossos produtos e frequentemente os lançam em outros países.	1	2	3		
Não exploramos os novos produtos e serviços em todos os canais possíveis, grupos de clientes e regiões.	1	2	3		

Anexo 2 – Proposição Preliminar de Projeto
(informações solicitadas para submissão de uma proposta)

CTOn-Line

Proposta Preliminar de Projeto

OBS: Os campos assinalados com * são de preenchimento obrigatório

Projeto

*** Título:**
*** Assunto:**
*** Código da proposta:**
*** Tema:** *(Escolha **um(a)**)*
*** Fator(es) Tecnológico(s):** *(Escolha **um** ou **mais**)*
*** Tecnologia(s) Associada(s:** *(Escolha **um(a)** ou **mais**)*

Proponente

*** Proponente:**
*** Origem:**
*** Ramal:**
*** Chave:**

Prazos

*** Início previsto:** (Mês/Ano)
Data limite para término: (Mês/Ano)
*** Duração prevista ou desejada:** meses

Histórico e Objetivos

Descrição resumida do plano de trabalho:
*** Histórico:**

.
*** Objetivo e produtos esperados:**

Cliente:

Benefício Potencial

*** Descrição dos benefícios:**
Instantâneo: R$
Contínuo: R$ / Ano

Custo Previsto

HH (Nível Médio):
Quantidade: (=> este campo não entra no total HH nem no total geral.Informe-o se você não souber o valor em R$.)
Valor em R$ (=> somente informe se este estiver em Reais. Você pode utilizar a tabela de conversão do GPROJ).
HH (Nível Superior):
Quantidade: (=> este campo não entra no total HH nem no total geral.Informe-o se você não souber o valor em R$.)
Valor em R$ (=> somente informe se este estiver em Reais. Você pode utilizar a tabela de conversão do GPROJ).
Total HH: R$ (=> HH nível médio + HH nível superior. Calculado automaticamente quando você se posicona nele).
Serviços: R$
Material: R$
Encargos: R$
*** Total: R$** (=> TotalHH + Serviços + Material + Encargos. Calculado automaticamente quando você se posicona nele).

Anexo 3 – Cálculo do VPL de um Projeto de Desenvolvimento de um Produto

(adaptado de Chiesa, 2001, pág. 122)

Na busca de expandir seu mercado uma empresa resolve desenvolver um novo produto. Será necessário executar um projeto de P&D por dois anos, despendendo-se a cada ano $ 1000 (amortização em dois anos, começando a partir do primeiro ano). O ano seguinte ao término das atividades de pesquisa será realizada a instalação da planta de produção para o novo produto, iniciando então a comercialização do produto. O tempo de vida esperado do produto no mercado é de 4 anos. A planta nova custa $ 5000 (depreciação em 4 anos a partir do primeiro ano). Os valores e a probabilidade de ocorrência das receitas e dispêndios para cada ano de vida do produto são reportadas na tabela abaixo. A taxa fiscal (impostos) é de 45%, o custo da capital de 15%, e a taxa livre de risco é 5%.

Receitas		**Despesas**	
Valores ($)	Probabilidade	Valores ($)	Probabilidade
2800	0,3	1200	0,25
4000	0,5	1800	0,45
5200	0,2	2400	0,30

Consequentemente, a cada ano, a diferença entre receitas e despesas é a seguinte:

Custos \ Receitas ($)	2800	4000	5200	Prob. Despesas
1200	1600 p=0,075	2800 p=0,125	4000 p=0,05	0,25
1800	1000 p=0,135	2200 p=0,225	34000 p=0,09	0,45
2400	400 p=0,09	1600 p=0,15	2800 p=0,06	0,30
Prob. Receitas	0,3	0,5	0,2	

Nota: Cada diferença entre receitas e despesas esta associada a uma probabilidade de ocorrência, que é obtida multiplicando a probabilidade do correspondente custo pela probabilidade da correspondente receita.

O VPL associado ao primeiro cenário, receitas $ 2800 e despesas $ 1200 é:

Ano	**FLC ($)**
0	Receita = 0 Despesas = 0 Investimento (P&D) = 1000 Amortização = 0 FLC = -1000
1	Receita = 0 Despesas = 0 Investimento (P&D) = 1000 Amortização = 500 FLC = 500x0,45-1000 = -775
2	Receita = 0 Despesas = 0 Investimento (Planta) = 5000 Amortização = 500+500 FLC = 1000x0,45-5000 = -4550
3	Receita = 2800 Despesas = 1200 Investimento = 0 Amortização = 500 Depreciação = 1250 FLC = 1600x0,55+1750x0,45 = 1667,5
4	Receita = 2800 Despesas = 1200 Investimento = 0 Amortização = 0 Depreciação = 1250 FLC = 1600x0,55+1250x0,45 = 1442,5
5	Idem FLC = 1600x0,55+1250x0,45 = 1442,5
6	Idem FLC = 1600x0,55+1250x0,45 = 1442,5

O VPL pode ser então obtido:

$$VPL = -1000 - \frac{775}{(1+0,05)} - \frac{4550}{(1+0,05)^2} + \frac{1667,5}{(1+0,05)^3} + \frac{1442,5}{(1+0,05)^4} + \frac{1442,5}{(1+0,05)^5} + \frac{1442,5}{(1+0,05)^6} = -1031,2$$

Este VPL está associado à probabilidade de ocorrência igual a 0,075, o qual é a probabilidade de ocorrência relacionada ao caso de receitas $2800 e custos $ 1200. Semelhantemente, os outros FLCs para cada ano e seus outros oito VPL relacionados podem ser calculados. O VPL é portanto uma variável estocástica com uma probabilidade associada de distribuição.

O esperado valor do VPL é obtido então:

$$E(VPL) = \sum_{t} \frac{E(FLC(t))}{(1+i)^t}$$

onde: E(FLC(t)) é o valor esperado dos FLC anuais multiplicado pela probabilidade de ocorrência, que no caso é o mesmo que:

$$E(VPL) = VPL \times p(VPL)$$

onde: VPL é o Valor Presente Líquido correspondente para cada caso de valores de receitas e despesas, e p(VPL) é a probabilidade de ocorrência deste VPL.

Como mostrado na Tabela 1, a seguir, o VPL para os diferentes casos assume valores positivos e negativos. A soma total de todos os VPL é positiva +271,3, o que recomendaria que o projeto fosse realizado, caso o VPL fosse determinístico. Entretanto como seu valor é estocástico, devendo ser multiplicado pela sua probabilidade de ocorrência de cada caso para o cálculo do valor final, que é de -235,2, não é recomendada a execução deste projeto. Portanto o VPL mede a relevância do projeto.

Tabela 1 - Cálculo do VPL para as distintas probabilidades de ocorrência

							Ano						
Receita	**Prob.Rec**	**Despesa**	**Prob.Des**	0	1	2	3	4	5	6	**VLP**	**Prob.Ocor.**	**VLP Esp.**
2800	0,3	1200	0,25	-1000	-738,1	-4127,0	1440,4	1186,7	1130,2	1076,4	-1031,2	0,075	-77,3
2800	0,3	1800	0,45	-1000	-738,1	-4127,0	1155,4	915,3	871,7	830,2	-2092,6	0,135	-282,5
2800	0,3	2400	0,3	-1000	-738,1	-4127,0	870,3	643,8	613,1	583,9	-3154,0	0,09	-283,9
4000	0,5	1200	0,25	-1000	-738,1	-4127,0	2010,6	1729,7	1647,4	1568,9	1091,5	0,125	136,4
4000	0,5	1800	0,45	-1000	-738,1	-4127,0	1725,5	1458,2	1388,8	1322,7	30,1	0,225	6,8
4000	0,5	2400	0,3	-1000	-738,1	-4127,0	1440,4	1186,7	1130,2	1076,4	-1031,2	0,15	-154,7
5200	0,2	1200	0,25	-1000	-738,1	-4127,0	2580,7	2272,7	2164,5	2061,4	3214,3	0,05	160,7
5200	0,2	1800	0,45	-1000	-738,1	-4127,0	2295,6	2001,2	1905,9	1815,2	2152,9	0,09	193,8
5200	0,2	2400	0,3	-1000	-738,1	-4127,0	2010,6	1729,7	1647,4	1568,9	1091,5	0,06	65,5
										TOTAL	271,3		-235,2

Anexo 4 – Projeto de Desenvolvimento de um Fármaco e sua Análise de Risco

(adaptado de Chiesa, 2001, pág. 127)

Uma empresa farmacêutica tem que decidir se investirá 0,5 M$ num projeto de P&D em 2007. Este projeto pode gerar uma patente, na qual sua exploração é estimada começar após três anos, 2010. A produção e comercialização do novo produto requer um investimento de 4 M$ no ano de 2010. Neste ínterim é necessário obter a autorização do agente regulador do Ministério da Saúde. O fluxo de caixa descontado previsto pela exploração da patente no ano 2010 é o seguinte:

Cenário	FCD em 2010 (M$)	Probabilidade
Mercado pequeno	1	0,6
Mercado grande com competição acirrada	6	0,1
Mercado grande sem competição	10	0,3

O custo de capital é 15%.

O uso do FCD tradicional vai levar a seguinte avaliação. O valor esperado na fase de exploração é:

0,6 x (1-4) + 0,1 x (6-4) + 0,3 x (10-4) = + 0,2

E o cálculo do valor presente líquido global é:

$$VPL = -0{,}5 + \frac{0.2}{(1+0{,}15)^3} = -0{,}37$$

Em realidade, a decisão de lançar o produto é postergada para o ano 2010. O projeto de P&D é uma opção de lançar um novo produto no mercado três anos mais tarde. O preço de exercer esta opção é de 4 M$, isto é, o investimento a ser feito no ano 2010. Entretanto, a decisão de explorar esta opção e seguir em frente só será tomada no ano de 2010, por conseguinte se o cenário for pessimista nesta hora, a empresa decidirá não lançar o produto, conseqüentemente o valor esperado na fase de exploração é:

0,6 x 0 + 0,1 x (6-4) + 0,3 x (10-4) = 2

E o novo valor será:

$$VPL = -0{,}5 + \frac{2}{(1+0{,}15)^3} = 0{,}82$$

O que justificaria a aprovação do projeto de P&D. Também a avaliação do risco muda significativamente. Com o tratamento tradicional, o risco do investimento estimado para o pior evento é igual a:

Pior evento = mínimo (VPL) = $- 0,5 - \frac{3}{(1+0,15)^3}$

correspondente ao custo do projeto de P&D e o pior caso de falha do mercado, enquanto que aplicando a técnica de opção o risco é igual a:

Pior evento = mínimo (VPL) = - 0,5

correspondente às despesas do projeto de P&D.

Anexo 5 – Procedimento para Análise de *Portfolio*

Programa Tecnológico de XXXXXXXXXX

PROXXX

PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE P&D

As Proposições Preliminares de Projeto, PPP, apresentadas ao Comitê Tecnológico Operacional, CTO, deverão ser submetidas à aprovação e posteriormente priorizadas quanto à sua coerência com a estratégia, atratividade, recompensa e risco na Reunião Técnica do CTO. Os critérios apresentados a seguir serão aqueles utilizados para o cálculo da atratividade de cada PPP. Quando existirem projetos na carteira do programa ainda não priorizados pelo CTO estes deverão ser analisados em conjunto com as novas propostas.

ATRATIVIDADE					
	A	DA	CA	BA	AA
	B	DB	CB	BB	AB
	C	DC	CC	BC	AC
	D	DD	CD	BD	AD
		D	C	B	A

Coerência com a estratégica

PRIORIDADE			
MUITO ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA

Para a priorização dos projetos utilizaremos a planilha semelhante à apresentada na página 4 onde serão atribuídos graus, com valor 1, 3 ou 5, para cada um dos critérios abaixo detalhados. A cada critério será atribuído um peso, variando de 1 a 5, que será utilizado para a obtenção do grau final obtido pelo cálculo da média ponderada das notas dos diversos critérios.

Critérios de Atratividade

Os critérios de julgamento para o cálculo da atratividade da PPP são os seguintes:

A. Impacto Competitivo
B. Impacto Ambiental
C. Impacto Social
D. Segurança operacional
E. Abrangência
F. Potencial de Inovação
G. Exeqüibilidade

1. Atribuição de graus aos critérios

A - **Impacto Competitivo** – é medido pelo grau de impacto dos resultados do projeto na posição competitiva da Companhia.

Impacto Competitivo	Grau
Resultados influenciam pouco ou não influenciam a posição competitiva da empresa frente à concorrência	1
Resultados mantém a posição competitiva da empresa frente à concorrência	3
Resultados melhoram a posição competitiva da empresa frente à concorrência	5

B - **Impacto ambiental** - É medido pelo impacto causado pelo uso da tecnologia nas condições ambientais.

Impacto ambiental	**Grau**
pouca ou nenhuma melhoria das condições ambientais Inclui situações de impacto ambiental negativo pelo uso da tecnologia.	1
melhoria das condições ambientais pelos resultados do projeto e uso da tecnologia.	3
melhoria significativa das condições ambientais pelos resultados do projeto e uso da tecnologia.	5

C - **Impacto Social** - É medido pelo impacto causado pelo uso da tecnologia na qualidade de vida das pessoas afetadas diretamente pelos resultados do projeto e da sociedade em geral.

Impacto Social	**Grau**
Pouca ou nenhuma melhoria da qualidade de vida das pessoas afetadas diretamente pelos resultados do projeto e da sociedade em geral. Inclui situações de impacto social negativo pelo uso da tecnologia.	1
Melhoria da qualidade de vida das pessoas afetadas diretamente pelos resultados do projeto e da sociedade em geral.	3
Melhoria significativa da qualidade de vida das pessoas afetadas diretamente pelos resultados do projeto e da sociedade em geral.	5

D - **Segurança operacional** - É medida pelo grau em que os resultados do projeto melhoram as condições de segurança operacional.

Contribuição	**Grau**
Impacto negativo com ações corretivas	1
Não influenciam as condições de segurança	3
Melhoram as condições de segurança	5

E - **Abrangência** - É medida pelo número de unidades operacionais atendidas que se beneficiarão com os resultados do projeto.

Unidades atendidas	**Grau**
1 a 2	1
3 a 5	3
5 ou mais	5

F - **Potencial de Inovação** – É medido pela probabilidade do projeto gerar soluções inovadoras em uma perspectiva de sustentabilidade da Companhia.

Inovação	**Grau**
Soluções tecnológicas capazes de melhorar o desempenho atual de processos, produtos e serviços, gerando inovações incrementais	1
Soluções tecnológicas que promovam mudanças significativas nos processos, produtos e serviços existentes	3
Soluções tecnológicas que criam novos processos, produtos e serviços, gerando inovações radicais ou *breakthroughs*	5

G - **Exeqüibilidade** - É medido pela existência de capacitação adequada e pela necessidade de investimentos em equipamentos e em aumento da mão-de-obra.

Exeqüibilidade	**Grau**
Baixa capacitação adequada e alta necessidade de investimentos em equipamentos e em aumento de mão-de-obra.	1
Média capacitação adequada e média necessidade de investimentos em equipamentos e em aumento de mão-de-obra.	3
Alta capacitação adequada e baixa necessidade de investimentos em equipamentos e em aumento de mão-de-obra.	5

2. Critérios de Risco x Recompensa

A análise dos projetos de alta recompensa que apresentem alto risco é indispensável ao processo. Nesta análise, é possível refinar a priorização das PPP, além de identificar aquelas que apresentam alta recompensa e que são de interesse da Companhia, ainda que apresentem alto risco. No COMAB, a diretriz de gestão associada a essa análise orienta:

"Intensificar o desenvolvimento de tecnologias de caráter inovador alocando, por gestão interna do Cenpes, de 8 a 12% dos recursos de P&D do segmento de Abastecimento aplicados em projetos inovadores de alto risco e recompensa."

G – **Risco** - É uma medida da incerteza que o projeto tem para atingir seus objetivos, considerando principalmente a sua complexidade tecnológica e as dificuldades para sua implantação industrial /comercial

Risco	**Grau**
Alto	1
Médio	3
Baixo	5

H - **Recompensa** - É medida pela recompensa esperada com os resultados do projeto em termos de benefícios potenciais e de opções de criação de valor.

Recompensa	**Grau**
Probabilidade de baixa recompensa, geralmente associada a inovações incrementais. Oferece poucas opções de valor. A relação benefício potencial / custo pode ser < = a 100.	1
Probabilidade de recompensa média, geralmente associada a inovações incrementais avançadas. Oferece algumas opções de valor. A relação benefício potencial / custo pode estar entre 100 e 500.	3
Probabilidade de alta recompensa, geralmente associada a inovações radicais. Oferece inúmeras opções de valor. A relação benefício potencial / custo pode ser superior a 500.	5

O Benefício Potencial, a ser estimado, deve levar em consideração os resultados econômicos esperados para um período de 5 anos, sem entretanto levar em consideração os custos envolvidos na implantação do resultado tecnológico na Companhia

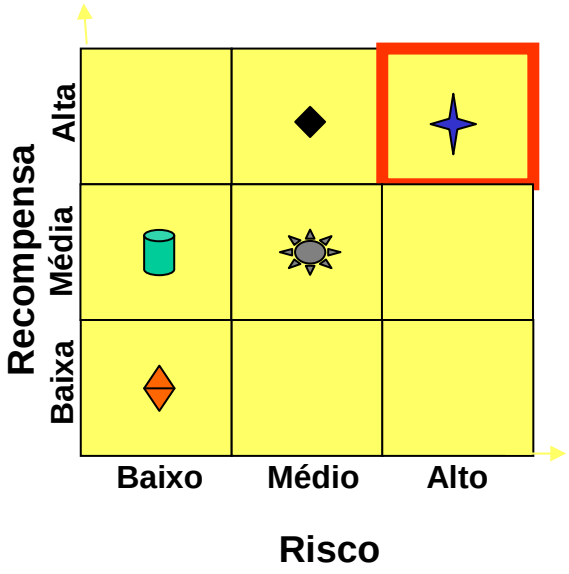
Para os projetos em andamento, a relação benefício/custo deve ser calculada usando os valores do Plano de Ação. O benefício potencial é a soma do benefício instantâneo mais o contínuo durante 5 anos.

Dessa forma, após a priorização por coerência com a estratégia e atratividade, as notas de risco e recompensa influenciam a priorização das PPPs de duas maneiras:

I. Uma vez que três PPPs têm, por exemplo, alta coerência com a estratégia e alta atratividade (AA), aquelas que tiverem maior recompensa são ordenadas

prioritariamente, e depois, as que ainda continuarem empatadas, aquelas que tiverem menor risco são priorizadas.

II. A segunda maneira de influenciar a priorização das PPPs, é seguindo a diretriz do COMAB já citada acima. Assim, mesmo após a priorização final, as PPPs de alto risco e alta recompensa que não ficaram bem posicionadas terão uma justificativa gerencial para ganharem prioridade no *portfolio* de projetos de pesquisa.



3. Pesos dos critérios

Os pesos dos sete critérios de atratividade que são utilizados no cálculo da média ponderada estão mostrados a seguir:

CRITÉRIOS DE JULGAMENTO	PESOS
Impacto Competitivo	5
Impacto Ambiental	3
Impacto Social	3
Segurança operacional	5
Abrangência	3
Potencial de Inovação	5
Exeqüibilidade	1

4. Notas dos projetos quanto à atratividade

A nota dos projetos quanto à sua atratividade será obtida pela média ponderada final obtida por cada projeto na planilha de julgamento, sendo classificados em prioridades A, B, C e D conforme a tabela a seguir:

Média	Prioridade
média < 2	D
$2 \leq$ média < 3	C
$3 \leq$ média < 4	B
$4 \leq$ média ≤ 5	A

Anexo 6 – Ficha de Avaliação de Proposta de Projeto Incipiente (PPI)

Identificação:

Código da PPI: XX-0000-000 (XX: Área de Conhecimento; 0000: Ano: 000: Seqüencial)

Titulo da PPI:

Data da Proposta:

Proponente:

Nome: Chave: Ramal:

Área de Conhecimento: Gerência:

CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE:

Aderência à Estratégia

Grau	Critério
4	Alta coerência com a estratégia e objetivos empresariais
3	Media coerência com a estratégia e objetivos empresariais
2	Baixa coerência com a estratégia e objetivos empresariais
1	Muito baixa coerência com a estratégia e objetivos empresariais

Visão Holística: Impacto Ambiental / Segurança Operacional / Impacto Social

Grau	Critério
4	Melhoria de duas ou mais condições: impacto ambiental; e/ou segurança operacional; e/ou impacto social, pelos resultados do projeto e uso da tecnologia.
3	Melhoria de uma das condições: impacto ambiental; ou segurança operacional; ou impacto social, pelos resultados do projeto e uso da tecnologia.
2	Neutro em relação às condições de: impacto ambiental; segurança operacional; e impacto social.
0	Efeito deletério em relação a qualquer das condições: impacto ambiental; segurança operacional; e impacto social.

CRITÈRIOS DO POTENCIAL DE CRIAÇÂO DE VANTAGEM COMPETITIVA

Risco e Recompensa

Grau	Critério
4	Alta recompensa e baixo risco
3	Alta recompensa e alto risco
2	Baixa recompensa e baixo risco
0	Baixa recompensa e alto risco

Apropriabilidade– Monopólio Temporário (A1)

Grau	**Critério**
4	Patenteável com possibilidade de monopólio temporário ≥ 10 anos
3	Patenteável com possibilidade de monopólio temporário ≥ 5 anos
2	Patenteável (*)
0	Não patenteável

(*) Mesmo que a patente não tenha potencial de criar um monopólio temporário, pode ter valor comercial por garantir a possibilidade de atuar em uma determinada área de conhecimento ou pelo ganho de imagem que uma companhia possa ter.

Apropriabilidade – Vantagem Competitiva Específica (A2)

Grau	**Critério**
4	Ativo complementar, capacitação/expertise ou condição especial que garanta vantagens a longo prazo (≥ 10 anos)
3	Ativo complementar, capacitação/expertise ou condição especial que garanta vantagens a médio prazo (≥ 5 anos)
2	Ativo complementar, capacitação/expertise ou condição especial que garanta vantagens a curto prazo (até 5 anos)
0	Sem nenhuma vantagem competitiva específica

Pontuação da Apropriabilidade = (A1 + A2)/2.

Potencial de agregação de valor

Grau	Critério
4	Alto potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras
3	Bom potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras
2	Médio potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras
1	Baixo potencial de gerar mercado e alavancar capacitação em áreas promissoras

Diversidade de concepções e conhecimentos agregados

Grau	Critério
4	Número de qualificações profissionais ≥ 3 e número de setores participantes ≥ 3
3	Número de qualificações profissionais ≥ 2 e número de setores participantes ≥ 3
2	Número de qualificações profissionais ≥ 2 e número de setores participantes ≥ 2
1	Número de qualificações profissionais ≥ 1 e número de setores participantes ≥ 2
0	Uma só qualificação profissional e um só setor envolvido

Articulação externa

Grau	Critério
4	Alta possibilidade agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.
3	Média possibilidade agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.
2	Baixa possibilidade agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.
1	Sem possibilidade agregação de conhecimento externo via parcerias tecnológicas e de comunidades de prática.

Avaliador:

Nome: Função:

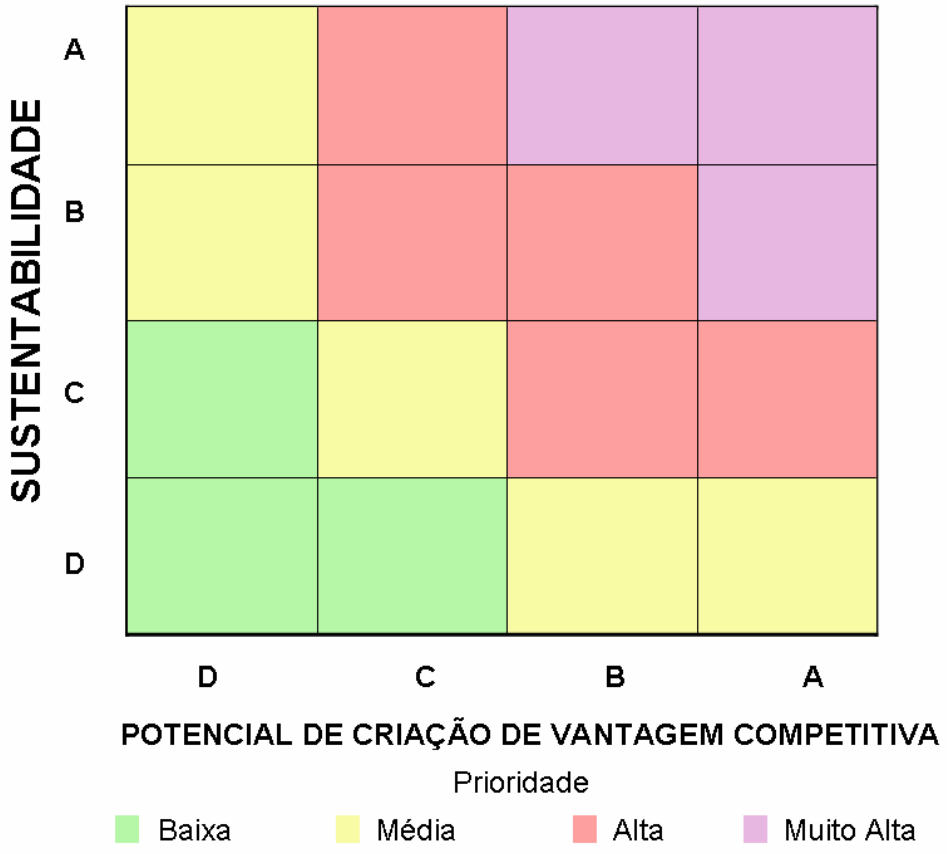
Gerência: Data:

Média Final: Sustentabilidade ☐

Criação de Vantagem Competitiva ☐

Parecer: Favorável ☐
Favorável com restrições ☐
Desfavorável ☐

Matriz de Seleção de PPI



Prioridade Final: