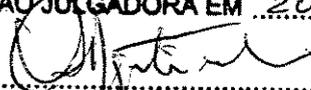


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR YELISETTY SREE.....
...RAMA..... KRISHNA..... E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 20.10.9 12005



ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

**Proposta de Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica para
Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico
Para Aplicação no Setor Aeroespacial**

Autór: Yelisetty, Sree Rama Krishna

Orientador: Dr. Oswaldo Luiz Agostinho

17/2005

BIBLIOTECA CENTRAL
DESENVOLVIMENTO
COLEÇÃO
UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

**Proposta de Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica para
Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Para Aplicação no
Setor Aeroespacial**

(familiar)
Autor: Yelisetty Sree Rama Krishna

Orientador: Dr. Oswaldo Luiz Agostinho

Curso: Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Engenharia de Fabricação

**Tese de doutorado apresentada à Comissão de Pós-Graduação da
Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título
de Doutorado em Engenharia Mecânica.**

**Campinas 2005
S.P. - Brasil.**

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	T/UNICAMP
	U32p
V	EX
TOMBO BC	67403
PROC.	16.183.06
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	24,00
DATA	15/10/06

zib.id. 375723

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Y36p

Yelisetty, Sree Rama Krishna

Proposta de modelo sistêmico de gestão estratégica para pesquisa e desenvolvimento tecnológico para aplicação no setor aeroespacial / Sree Rama Krishna Yelisetty.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Oswaldo Luiz Agostinho
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Qualidade. 2. Gestão do conhecimento. 3. Desempenho. 4. Engenharia aeroespacial. 5. Ciência e tecnologia. I. Agostinho, Oswaldo Luiz. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Titulo em Inglês: Proposal of a systematic model of strategy management and development organization in aerospace sector.

Palavras-chave em Inglês: Quality, Suppliers, Aerospace industry, Knowledge, Management, Componence

Área de concentração: Engenharia de Produção

Titulação: Doutor em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Anselmo Eduardo Diniz, Paulo Correa Lima, Henrique Rozenfeld e Antonio Freitas Rentes

√ Data da defesa: 20/10/2005

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

TESE DE DOUTORADO

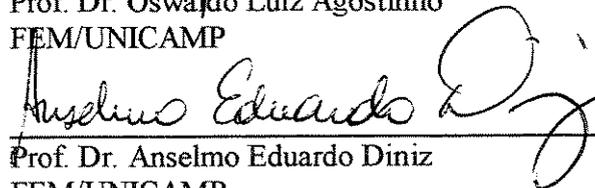
**Proposta de Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica para
Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico
Para Aplicação no Setor Aeroespacial**

Autor: Yelisetty Sree Rama Krishna

Orientador: Dr. Oswaldo Luiz Agostinho



Prof. Dr. Oswaldo Luiz Agostinho
FEM/UNICAMP



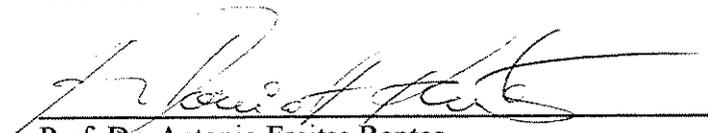
Prof. Dr. Anselmo Eduardo Diniz
FEM/UNICAMP



Prof. Dr. Paulo Correa Lima
FEM/UNICAMP



Prof. Dr. Henrique Rozenfeld
USP/SÃO CARLOS



Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes
USP/SÃO CARLOS

Campinas, 20 de Setembro de 2005

2005 60 5368

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Yelisetty Viswanadham e Yelisetty Satyavati. E a amigos e companheiros que perderam a vida trabalhando no lançamento do projeto VLS na Alcântara.

Agradecimentos

Ao Dr. Oswaldo Luiz Agostinho pelo apoio e orientação na realização deste trabalho.

Ao Dr. Paulo T. M. Lorenção, incentivador inicial deste trabalho, pela paciência nas infindáveis reuniões e pela orientação na realização deste trabalho.

Ao Prof. Charles Kunzi pela valiosa colaboração.

À Carmem Lúcia de Luna e Gloria pela inestimável contribuição na correção da tese .

À Direção do Instituto de Aeronáutica e Espaço e à Chefia da Divisão de Sistemas Bélicos pelo apoio na Execução de todas as atividades relacionadas com este trabalho.

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para que aqui eu chegasse, meu sincero agradecimento em forma de homenagem.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Motivação do Trabalho	1
1.2	Objetivo do Trabalho	5
1.3	Organização do Trabalho	5
2	Revisão Bibliográfica	8
2.1	Introdução	8
2.2	Evolução das teorias clássicas da administração	9
2.3	Evolução da qualidade	20
2.4	Prêmio Nacional de Qualidade	23
2.5	Evolução do pensamento Estratégico	25
2.6	Tendência (prospecção, forecasting) de gestão P&D no contexto mundial	29
2.7	Benchmarking	33
2.8	Gestão organizacional baseada nas competências essenciais	34
2.9	Gestão de conhecimento	36
3	Proposta do modelo de gestão estratégica para institutos de P&D	44
3.1	Introdução	44
3.2	Macrovisão do modelo integrado de gestão estratégico para P&D	45
3.2.1	Descrição da macrovisão do modelo integrado de gestão de institutos de P&D	47
3.2.2	Resultados esperados do modelo integrado de gestão dos institutos de P&D	48
3.3	Modelo de gestão das competências essenciais na organização	49
3.3.1	Análise de macrotendências internas e externas	54
3.3.2	Identificação e priorização das demandas	57
3.3.3	Avaliação das competências organizacionais	58
3.3.4	Identificação das competências essenciais	58
3.3.5	Definição das demandas	59
3.4	Modelo de gestão de conhecimento	60

3.4.1	Planejamento estratégico do portfólio de projetos	62
3.4.2	Seleção de alternativas de execução dos projetos	62
3.4.3	Estruturação dos processos de desenvolvimento das competências	63
3.4.4	Implementação	65
3.4.5	Avaliação dos resultados	66
3.5	Modelo de garantia da qualidade	67
3.5.1	Plano de benchmarking X níveis da qualidade	67
3.5.2	Gestão dos processos relativos a pesquisa	74
3.5.3	Gestão dos processos relativos aos fornecedores	76
..3.6	Modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D	82
3.6.1	Introdução	82
3.6.2	Integração sistêmica do modelo para P&D	83
4.	Aplicação do modelo no setor aeroespacial e limite de controle	88
4.1	Introdução	88
4.2	Considerações preliminares e limites de controle	88
4.2.1	Centro Técnico Aeroespacial (CTA) – Histórico	89
4.2.2	Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) – Histórico	90
4.2.3	Definição e descrição dos limites de controle	93
4.3	Método de desenvolvimento do trabalho de campo (estudo de caso)	96
4.4	Aplicação do modelo de gestão organizacional baseado nas competências essenciais	97
4.4.1	Dificuldades na gestão organizacional do CTA/IAE	98
4.4.2	Implementação do modelo de gestão organizacional no CTA/IAE	101
4.5	Aplicação do modelo de gestão de conhecimento	109
4.5.1	Estudo de caso: “Propelente líquido para veículos aeroespaciais”	112
4.6	Aplicação do modelo de garantia da qualidade	126
4.6.1	Descrição das empresas de excelência	127
4.6.2	Entrevistas com as empresas de referência	130
4.6.3	Definição e descrição das divisões pesquisadas no CTA/IAE	131
4.6.4	Pesquisa nas divisões CTA/IAE baseada em roteiro de pesquisa	132
4.6.5	Entrevistas nas principais divisões do IAE	132

4.6.6	Identificação dos fornecedores críticos do IAE	134
4.6.7	Entrevista aos fornecedores críticos do IAE	135
4.6.8	Restrições vinculadas à organização governamental	135
4.6.9	Requisitos específicos do CTA/IAE e espaço	135
4.6.10	Definição dos critérios de comparação	136
4.6.11	Metodologia da pontuação dos dados coletados	140
4.6.12	Resultados	141
4.6.13	Limites de controle ao aplicar o modelo geral	147
5.	Resultados obtidos do estudo de caso CTA/IAE	148
5.1	Introdução	148
5.2	Análise dos resultados	148
6.	Conclusões e sugestões para próximos trabalhos	156
	Referências Bibliográficas	160
	Anexos	
	Apêndice 1	176
	Apêndice 2	177
	Apêndice 3	183
	Apêndice 4	189
	Apêndice 5	191
	Apêndice 6	196

Resumo

YELISETTY SREEE RAMA KRISHNA, “*PROPOSTA DE MODELO SISTEMICO DE GESTÃO ESTRATEGICO PARA INSTITUTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO SETOR AEROESPACIAL*”, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005,180p.Tese (Doutorado).

Principal instituição brasileira voltada à pesquisa e desenvolvimento aeroespacial, o Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE, do Centro Técnico Aeroespacial “CTA” iniciou suas atividades em 1969 dedicando-se ao desenvolvimento de foguetes de Sondagem. Esses veículos são hoje longamente utilizados em operações conjuntas de lançamento com diversos países. A aquisição de tecnologia, pelo IAE, possibilitou a concepção e o desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélite – VLS – item fundamental dentro do Programa Espacial Brasileiro que está, atualmente em fase de qualificação em vôo. O CTA e seus institutos promoveram avanços tecnológicos no país, muitos em parceria com empresas nacionais. Na área de materiais, um grande investimento foi feito para permitir a produção, no Brasil, das estruturas dos motores em aço 300m. O envolvimento das indústrias mecânicas e químicas na produção do mais simples componente é por si só fator de desenvolvimento. Muitos materiais de uso espacial devem ser manipulados com cuidados inusitados; as tolerâncias dimensionais ou das propriedades físico-químicos obrigam ao treinamento de mão de obra e a seleção rigorosa dos métodos de inspeção e de fornecedores. Este trabalho apresenta um modelo conceitual de gestão sistêmica baseado em pensamento estratégico ideal para definir os objetivos estratégicos de uma organização de pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor aeroespacial. O modelo estabelece uma integração sistêmica dos modelos de gestão de conhecimento, gestão de competências e gestão da qualidade.

Palavras-chaves: Qualidade, Certificação de Fornecedores, Gestão, conhecimento, competências, Setor Aeroespacial

Abstract

YELISETTY SREE RAMA KRISHNA, *Proposal of a Systematic Model of Strategy Management and Development Organization in AerospaceSector*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005,180 p. Thesis (Doctorate)

In the competitive world of these days, a system or organization has success only if it presents a differential competitive character in terms of continuous innovation. Investing in research and development (R&D) is a very important necessity for survival. The main Brazilian Institution for research and aerospace project development, Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE, from Centro Técnico Aeroespacial - CTA started its activities in 1969, developing sounding rockets. CTA and its institutes have promoted technological advances in the country, lots of them in association with national companies. In the last ten years, CTA-IAE is facing different kinds of problems like: lack of budget from Federal Government, boycott of imported products, retirements, low salaries, low motivation and lack of future perspectives. All these problems compromise the surviving and the existence of the Brazilian (R&D) organizations. This work presents a conceptual model of the strategic management of the (R&D) organization, with the intention of increasing the survival chances. It also describes a model for strategy methodology based on theoretical aspects, where Prahalad and C.K. Hamel, define the ideal strategy based on Core Competence for the (R&D) organization. The development of an efficient organization change is based on the theories of Henry Metzberg, Bruce Ahlstrand and Joseph Lampel. Knowledge Management (KM) assessment is used in the human resources development. The model was built supported by “State of Art” literature and was tested in the Aerospace organization CTA/IAE in Brazil. The model will be controlled by the rules and criterions of Malcon Baldrige and PNQ (Prêmio Nacional de Qualidade). The final product of the work will be a systematic model for strategy management of integration of (R&D) organization.

Key Words

- Quality, Suppliers, Aerospace Industry, Knowledge Management, Competence

Lista de Figuras

1.1 Veículo Lançador de Satélite	2
2.2 Evolução dos pensamentos estratégicos	27
3.1 Macro visão do pensamento sistêmico do modelo	45
3.2 Plano de benchmarking	69
3.3 Aspectos básicos das competências organizacionais	50
3.4 Fatores que vão determinar o modelo da organização	52
3.5 Modelo de gestão das competências essenciais nas organizações	53
3.6 Modelo conceitual de gestão de conhecimento	61
3.7 Fluxo das atividades das entrevistas	73
3.8 Modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D	84
4.1 Organograma do CTA	91
4.2 Organograma do IAE	103
4.3 Curva da qualidade das empresas de excelência	144
4.4 Curva da qualidade das divisões do IAE	145
4.5 Curva de qualidade dos fornecedores críticos	146
4.7 Atividades a realizar no CTA/IAE	110
4.8 Esquema básico de um motor foguete propelente líquido	114
4.9 Numero de doutores e mestres X Divisões do CTA/IAE	118
4.10 Qualificação dos competências nas divisões	119

Lista de Tabelas

4.1	Critérios de comparação para análise crítica de contratos	136
4.2	Critérios de comparação para treinamento de pessoas	137
4.3	Critérios de comparação para controle equipamentos de medição	137
4.4	Critérios de comparação dos procedimentos para controle de processo	138
4.5	Critérios de comparação para inspeção de recebimento	138
4.6	Critérios de comparação para certificação	139
4.7	Critérios de comparação para auditoria	139
4.8	Faixa de Pontuação x Nível de Capacitação	140
4.9	Critérios x Empresas de excelência	142
4.10	Critérios x Divisão do IAE	143
4.11	Critérios x fornecedor Críticos	143
4.12	Tabela de Adaptação das demandas a desenvolver	113
4.13	Capacitação das competências dos parceiros	125
4.14	Parceiros para desenvolvimento das demandas estratégicos	126

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação do trabalho

O mundo sofre transformações contínuas. A sociedade, ao longo dos tempos, acompanha as transformações inseridas em seu dia-a-dia, adaptando-se a elas ou mesmo provocando novas mudanças.

Pode-se dizer que, na atualidade, a sociedade é do conhecimento. As abordagens mecanicistas, utilizadas pelos administradores para alcançar a supremacia produtiva das organizações e o sucesso econômico das nações cedem lugar às competências humanas nessa nova era. Economias nacionais estão perdendo espaço para a economia global, de uma economia tangível (matéria-prima, máquinas, prédios, dinheiro) para uma de valores intangíveis (informações, conhecimento, tempo). Nesse novo contexto, as organizações colocam-se frente a uma questão fundamental: como cultivar a inteligência das pessoas e aplicá-las eficazmente no desenvolvimento de competências críticas para alavancar o potencial competitivo das organizações.

Para Nonaka (2000), as organizações de sucesso são aquelas que “de forma consistente, criam novos conhecimentos, disseminam-nos em toda a organização e os incorporam rapidamente em novas tecnologias e produtos”. O autor, aliás, considera o conhecimento como fonte segura de vantagem competitiva na era atual. Nota-se que a tendência atual é a da integração sistêmica da cultura organizacional por meio dos componentes de informações (estratégia), pessoas (competências essenciais) e mercado (prospecção).

Nesse cenário, as organizações de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) do setor aeroespacial no Brasil, mais do que nunca, devem se modernizar, implementando os novos conceitos de qualidade para melhorar os serviços prestados, identificar e implementar pensamentos estratégicos adequados, integrar a organização de forma sistêmica para controlar projetos, recursos e pessoas para novos horizontes (tecnologia & conhecimento), lançar-se no mercado internacional globalizado com projetos aeroespaciais fundamentados

em estudos prospectivos, em planos estratégicos eficazes e em recursos naturais que o país dispõe.

Para melhor entender as organizações de P&D no setor aeroespacial e os motivos que levaram à realização do presente trabalho, apresenta-se um breve histórico do Programa Espacial Brasileiro e, em seguida, as dificuldades que essas organizações encontram na atualidade para sobreviver. O programa espacial brasileiro foi sedimentado em 1980, com a criação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). A MECB estabeleceu o desenvolvimento, no país, dos três segmentos imprescindíveis à inserção de um satélite artificial em órbita terrestre, quais sejam, o satélite, o veículo lançador e o campo de lançamento.

Coube ao Ministério da Aeronáutica a implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e o desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites -VLS (Figura 1.1). O Instituto de Aeronáutica e Espaço, do Centro Técnico Aeroespacial (IAE /CTA), foi designado como o executor do VLS.

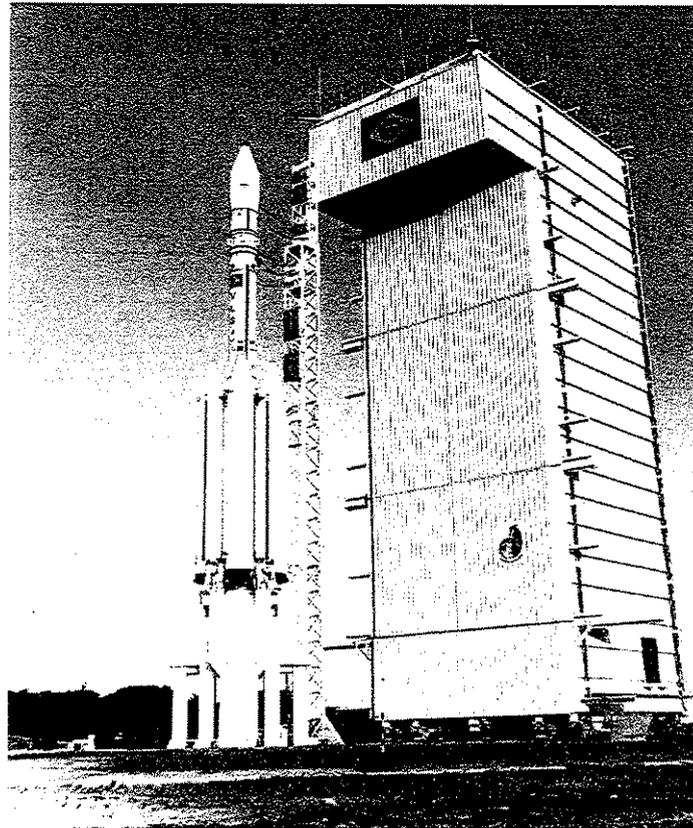


Figura 1.1 - Veículo Lançador de Satélites(VLS)

A motivação para iniciar o presente trabalho surgiu durante o desenvolvimento e a montagem do primeiro lançamento do Veículo Lançador de Satélites (VLS) em novembro de 1997. O autor teve oportunidade de trabalhar na equipe responsável pelo planejamento e controle das atividades de montagem do veículo, que era formada por membros-chaves de todas as divisões do IAE.

Durante os ensaios funcionais e a montagem final do VLS, foram observadas muitas dificuldades, dentre as quais as mais críticas: refugo de peças, problemas de montagem, escassez de mão-de-obra qualificada, prazos críticos, treinamento insuficiente de pessoal, organização rígida dos militares e falhas de comunicação entre pesquisadores e fornecedores, falta de planejamento integrado entre as várias divisões do Instituto.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, no dia 22 de agosto de 2003, houve um fatídico acidente do terceiro protótipo do veículo lançador de satélite, que resultou na morte de 21 técnicos altamente qualificados para desenvolver tecnologia de lançadores de satélite do Programa Espacial Brasileiro e cujas causas ainda não foram identificadas.

Pode-se notar que são vários os pontos a serem aprimorados para se ter sucesso no lançamento do VLS. Para tal, os institutos de P&D do setor devem implementar um plano estratégico baseado em: gestão de conhecimento, competências essenciais, gestão da qualidade nos serviços prestados, certificação dos fornecedores e desenvolver uma proposta de modelo sistêmico de gestão estratégico para desenvolver pesquisas tecnológicas para o setor aeroespacial.

No setor aeroespacial, os projetos devem ser desenvolvidos com níveis de segurança elevados, uma vez que o mau funcionamento dos projetos sempre compromete a segurança do ser humano e do meio ambiente. Assim sendo, a qualidade dos projetos e as empresas fornecedoras devem estar sempre preocupadas com a qualidade e a confiabilidade dos projetos. O crescente intercâmbio internacional no setor exige o desenvolvimento de metodologias para a certificação dos fornecedores, pesquisadores e técnicos envolvidos.

O VLS utiliza os recursos mais avançados existentes em razão do tipo de missão que realiza, ou seja, a inserção de um satélite em órbita, com grande precisão, a velocidades elevadas, em torno de 25000km/h, passando por ambientes agressivos (travessia da atmosfera) e de forma inteiramente automática. O envolvimento das indústrias mecânicas e

químicas na produção do mais simples componente é, por si só, fator de desenvolvimento. Muitos materiais de uso espacial devem ser manipulados com cuidados especiais. Alguns componentes do VLS foram importados, uma vez que seu desenvolvimento seria incompatível em termos de prazo ou custo. Essas importações já constituem uma preparação para as futuras nacionalizações, em consequência dos contatos realizados entre técnicos dos países fornecedores e as equipes técnicas do projeto, com as quais foram discutidos detalhes importantes de concepção e produção (contratos de offset).

Para nacionalizar os componentes importados, deve-se investir na melhoria da qualidade dos serviços prestados ao IAE/CTA, uma vez que não existem fornecedores qualificados no Brasil para manufaturar os componentes importados do VLS. São poucos os fornecedores de serviços no setor aeroespacial, e a maioria deles não investe em alta tecnologia por problemas, tais como: atrasos constantes na liberação de recursos orçamentários por parte do governo federal; sistema organizacional rígido, já que todos os contratos de serviços implicam processo de licitação; fabricação artesanal e relação custo/benefício desfavorável para a maioria das empresas prestadoras de serviço.

A segunda motivação para o desenvolvimento do trabalho surgiu ao se constatar o sucesso brasileiro no desenvolvimento e na fabricação de outros veículos, tais como aviões, submarinos nucleares, mísseis e helicópteros, os quais têm padrão de qualidade. Segundo o astronauta Marcos César Pontes, que está representando o Brasil na Estação Espacial Internacional (International Space Station – ISS) e que deverá ir ao espaço em 2006, o Brasil é o único país do hemisfério Sul que assinou contrato com a NASA e irá fabricar peças do megaprojeto de US\$ 54 bilhões, estando o governo brasileiro investindo US\$ 120 milhões. Além dos EUA, participam da ISS, a Rússia, o Japão, o Canadá e pelo menos 12 países que integram a Agência Européia.

Considerando a importância e a responsabilidade do Brasil no setor aeroespacial, por possuir uma localização geográfica privilegiada para lançamento de veículos espaciais, por fazer parte do projeto ISS, e ter já lançado um satélite nacional e vários outros foguetes de sondagem, podemos participar no mercado aeroespacial que hoje é dominado por alguns países seletos do primeiro mundo. E essa participação vai depender da qualificação de fornecedores e da capacitação em desenvolver veículos como o VLS. Para atingir essas metas aborda-se nesse trabalho o seguinte tema: como tornar as organizações de P&D do

setor aeroespacial competitivas para projetar e sobreviver nos mercados nacional e estrangeiro. Para isto, considerar-se-á um modelo sistêmico de gestão estratégica, no qual se aplicam conceitos de gestão de conhecimento, competências essenciais e garantia da qualidade dos serviços prestados. Assim, para que uma organização de P&D no setor espacial, composta de centros de lançamentos, instalações de integração e testes de foguetes e satélites, estações de solo, observatórios e laboratórios de pesquisa, sobreviva a eventuais mudanças de prioridade ou demandas sociais, faz-se necessário o desenvolvimento de um Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica.

1.2 Objetivo do trabalho

O presente trabalho propõe o estudo e o desenvolvimento de um Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, para aplicação no setor aeroespacial. Para isto, serão consideradas os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um modelo de gestão organizacional com base nos valores e competências essenciais existentes na organização;
- Conceituar as diretrizes e propor um modelo de gestão de conhecimento para recursos humanos e tecnológicos (inclusive equipamentos);
- Desenvolver um modelo conceitual da garantia da qualidade e certificação de fornecedores do setor aeroespacial;
- Aplicar o modelo de gestão e controlar todas as atividades de forma integrada com base nos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ);
- Aplicar o modelo considerando o IAE/CTA como estudo de caso, para avaliar as metodologias propostas.

1.3 Organização do Trabalho

Sumariza-se, a seguir, o desenvolvimento deste trabalho:

Capítulo 1: Destaca a importância do trabalho apresentando seus objetivos.

Capítulo 2: Descreve, de forma cronológica, as principais teorias clássicas da administração e suas características. São abordadas as eras: artesanal, produção em massa,

evolução da qualidade e pensamento estratégico. São apresentados, ainda, conceitos como gestão organizacional baseada nas competências essenciais, gestão de conhecimento, tendências (prospecção ou forecasting) de gestão de P&D no contexto mundial, o Prêmio Nacional de Qualidade e técnicas de “benchmarking”.

Capítulo 3: Apresenta uma abordagem conceitual da metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente, define-se a macrovisão do modelo, mostrando os principais conceitos aplicados (modelo “a”); logo depois apresentam-se os modelos “b,c,d” com detalhes, que são fundamentais para sustentar o modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D, e, finalmente, desenvolve-se o modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D (“e”). Nesse modelo, faz-se a integração dos modelos de gestão baseada em competências essenciais, gestão de conhecimento e garantia da qualidade. Assim, são desenvolvidos:

- a) Macrovisão do modelo integrado de gestão estratégico para P&D;
- b) Modelo de gestão das competências essenciais nas organizações;
- c) Modelo de gestão de conhecimento;
- d) Modelo conceitual da garantia de qualidade e certificação de fornecedores do setor aeroespacial;
- e) Modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D.

Capítulo 4: Descreve a aplicação do modelo de gestão estratégica no setor aeroespacial. Inicialmente, apresentam-se considerações preliminares e o escopo do trabalho. O trabalho de campo compreende a execução de um estudo de benchmarking junto a empresas líderes do mercado, tais como Embraer, Helibrás e Marinha. Para identificar e comparar as melhorias práticas de gestão da garantia da qualidade do setor aeroespacial, diagnostica-se a qualidade de serviços prestados pelos fornecedores críticos do setor aeroespacial e das divisões dos institutos envolvidos no desenvolvimento do veículo lançador de satélite (VLS).

O modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D vai permitir, com embasamento nas teorias de prospecção, a identificação das demandas mais promissoras no ambiente mundial (MIT, NASA, ESA e outros) e possíveis de serem desenvolvidas nos institutos de

P&D no setor aeroespacial brasileiro. São levantadas as competências organizacionais existentes no CTA/IAE e identificadas as competências a serem desenvolvidas para as novas demandas. Em seguida sugere-se a forma de implementar o modelo de gestão de conhecimento, isto é, como desenvolver, organizar e armazenar o conhecimento com recursos disponíveis no instituto em estudo.

Capítulo 5: Apresenta a análise dos resultados obtidos no estudo de caso, isto é, os níveis da qualidade das empresas líderes de mercado que participaram no estudo de benchmarking, e o diagnóstico dos níveis da qualidade de serviços prestados pelas divisões dos institutos que estão desenvolvendo o VLS e dos fornecedores críticos do CTA/IAE. São listadas as demandas promissoras para o futuro no setor aeroespacial, indicadas as competências organizacionais existentes no CTA/IAE e as competências essenciais necessárias para desenvolver as novas demandas.

Capítulo 6: Apresenta conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

Apresenta-se a seguir a evolução das teorias de administração desde os primórdios até os dias atuais, mostrando seu contexto histórico–econômico-social, visando atualizar os conhecimentos e fundamentar o desenvolvimento de um modelo estratégico de P&D no setor aeroespacial.

Segundo Martins (1993), “quem não estuda a história está condenado a cometer os mesmos erros do passado”. No contexto da história da administração “Hayes (1988) apresenta duas justificativas para a utilização das análises históricas: primeira, o entendimento da história pode servir de espelho para as organizações conhecerem a si mesmas; segunda, o entendimento pode servir como poderosa lente com a qual a organização pode detectar as origens do sucesso e fracasso de outras organizações”.

Maximiano (2002) mostra que as teorias da administração espelham o momento histórico no qual o ser humano esta vivendo, e que as grandes organizações que surgiram há muito tempo, como o Império Romano, a Igreja Católica e a hierarquia militar, tinham tanta necessidade de administração como hoje têm o Governo Federal, a ONU, as organizações de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Por causa dessa necessidade, há muito tempo os gerentes e outros profissionais vêm desenvolvendo teorias (técnicas de conhecimentos) que os ajudam em sua tarefa de tomar decisões sobre recursos para atingir objetivos.

A apresentação da evolução das teorias de administração segue os itens:

- Evolução das teorias clássicas da administração;
- Evolução da Qualidade;
- Prêmio Nacional da qualidade e Normas Aeroespacial ;
- Evolução do pensamento estratégico;
- Tendências (prospecção) de gestão;
- Benchmarking;
- Gestão organizacional baseado nas competências;
- Gestão de conhecimento.

2.2 Evolução das teorias clássicas da administração

Para demonstrar a evolução das teorias clássicas da administração adaptou-se a abordagem e conteúdo de Chievenatto (2000).

- a) Levantamento de estado da arte;
- b) Antecedentes históricos da Administração;
- c) Influência dos filósofos;
- d) Influência de organização da Igreja Católica;
- e) Influência de organização militar;
- f) Influência da revolução Industrial;
- g) Influência dos economistas liberais;
- h) Influência dos pioneiros e empreendedores;
- i) O desgaste das tradicionais teorias administrativas.

a) Levantamento do estado da arte

Os egípcios em 4000 a.C. reconheceram a necessidade de planejar, organizar e controlar o povo para sobreviver. A história demonstra que a maioria dos empreendimentos sociais, políticos, econômicos e religiosos teve uma estrutura orgânica piramidal. Embora de forma não muito regular, essa pirâmide retrata uma estrutura hierárquica, concentrando no vértice as funções de poder e decisão. Platão, Aristóteles e outros já trataram dela.

A Bíblia refere-se a esse estrutura, ainda que logicamente sem usar a terminologia; no livro do Exodo com relação aos conselhos dados por Jetro, sogro de Moisés e sacerdote de Mídia. Nesta passagem quando Jetro percebe que Moisés recebia sozinho todo o povo, de manhã à tarde, para resolver as questões, aconselhou-o a escolher no meio do povo homens prudentes, íntegros e desinteressados a frente como chefes de chefes de 1000, chefes de 100, chefes de 50 e chefes de 10 que dali para a frente passaram a exercer jurisdição, conforme o nível de competência delegada. Todas as causas simples, eram decididas por eles mesmos, enquanto apenas as mais graves eram trazidos a Moisés.

Certas referências históricas acerca das magníficas construções erigidas durante a Antiguidade no Egito, na Mesopotâmia, testemunharam a existência, em remotas épocas, de dirigentes capazes de planejar e guiar os esforços de milhares de trabalhadores em monumentais obras que perduram até os nossos dias. Os papiros egípcios são atribuídos à

burocracia pública no antigo Egito. Na China, as parábolas de Confúcio sugerem práticas para a boa administração pública.

Apesar de todo o progresso ocorrido no conhecimento humano na antiguidade, a chamada ciência da administração surgiu no despontar do século XX.

b) Antecedentes históricos da Administração

Apesar de o trabalho sempre ter existido na história da humanidade, a história das organizações e de sua administração é um capítulo que teve seu início há pouco tempo. Hoje, a sociedade típica dos países desenvolvidos é pluralista. A maior parte das obrigações sociais como a produção de bens ou serviços em geral, confiada a organizações como indústrias, universidades e escolas, hospitais, comércio, comunicações, serviços públicos etc. que é administrada por dirigentes com o objetivo de torna-las mais eficientes e eficazes.

No final do século XIX, contudo, a sociedade era completamente diferente. As organizações eram poucas e pequenas: predominavam as pequenas oficinas, os artesãos independentes, as pequenas escolas, os profissionais autônomos (como médicos, advogados que trabalhavam por conta própria), o lavrador, o armazém da esquina etc.

c) Influência dos filósofos

A Administração recebeu influência da Filosofia desde os tempos da Antigüidade. O filósofo grego Sócrates (470 a.C. – 399 a.C), em sua discussão com Nicomaquides, expõe seu ponto de vista sobre a Administração, como uma habilidade pessoal separada do conhecimento técnico e da experiência.

Platão (429 a.C – 347 a.C), filósofo grego, discípulo de Sócrates, analisou os problemas políticos e sociais decorrentes do desenvolvimento social e cultural do povo grego. Em sua obra, *A República*, expõe a forma democrática de governo e de administração dos negócios públicos.

Aristóteles (384 a.C – 322 a.C), discípulo de Platão, deu o impulso inicial à Filosofia, Cosmologia, Nosologia, Metafísica, Lógica e Ciências Naturais, abrindo as perspectivas do conhecimento humano. No livro *Política*, sobre a organização do Estado, distingue sobre as três formas de administração pública:

1. Monarquia ou governo de um só (que pode redundar em tirania);
2. Aristocracia ou governo de uma elite (que pode se transformar em oligarquia);

3. Democracia ou governo do povo (que pode se transformar em anarquia).

Durante os séculos que vão da Antigüidade ao início da Idade Moderna, a Filosofia voltou-se para uma variedade de preocupações distanciadas dos problemas administrativos.

Francis Bacon (1561-1626), filósofo e estadista inglês e fundador da Lógica Moderna, baseada no método experimental e indutivo, mostra a preocupação prática de se separar experimentalmente o que é essencial do que é acidental ou acessório em administração. Bacon antecipou-se ao princípio conhecido em Administração como princípio da prevalência do principal sobre o acessório.

René Descartes (1596-1650), filósofo, matemático e físico francês, criou as coordenadas cartesianas e deu impulso à Matemática e à Geometria da época. Na Filosofia, celebrizou-se pelo livro *O Discurso do Método*, no qual descreve seu método filosófico, denominado cartesiano, cujos princípios são:

1. Princípio da Dúvida Sistemática ou da Evidência: Consiste em não aceitar como verdadeira coisa alguma enquanto não se souber com evidência – clara e distintamente – aquilo que é realmente verdadeiro. Com essa dúvida sistemática, evita-se a prevenção e a precipitação, aceitando-se apenas como certo o que seja evidentemente certo;
2. Princípio da Análise ou de Decomposição: Consiste em dividir e decompor cada dificuldade ou problema em tantas partes quantas sejam possíveis e necessárias à sua adequação e solução e resolver cada uma, separadamente;
3. Princípio da Síntese ou da Composição: Consiste em conduzir ordenadamente os pensamentos e o raciocínio, começando pelos objetivos e assuntos mais fáceis e simples de conhecer, para passar gradualmente aos mais difíceis;
4. Princípio da Enumeração ou da Verificação: Consiste em fazer recontagens, verificações e revisões tão gerais que se fique seguro de nada haver omitido ou deixado à parte.

Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) propõem a teoria da origem econômica do Estado. O poder político e do Estado nada mais é do que o fruto da dominação econômica do homem pelo homem. O Estado vem a ser uma ordem coercitiva imposta por uma classe social exploradora. No Manifesto Comunista, afirmam que a história da humanidade é uma história da luta de classes. Homens livres e escravos, patrícios e plebeus, nobres e servos, mestres e artesãos, ou seja exploradores e explorados

sempre mantiveram uma luta oculta ou manifesta. Marx afirma que os fenômenos históricos são o produto das relações econômicas entre os homens

d) Influência da Organização da Igreja Católica

Ao longo dos séculos, a Igreja Católica estruturou sua organização com uma hierarquia de autoridade, um estado-maior (assessoria) e a coordenação funcional para assegurar integração.

A organização hierárquica da Igreja é tão simples e eficiente que sua enorme estrutura mundial pode operar sob o comando de uma só cabeça executiva: o Papa, cuja autoridade coordenadora lhe foi delegada de forma mediata por uma autoridade divina superior. A estrutura da organização eclesiástica serviu de modelo para as organizações que, ávidas de experiências bem-sucedidas, passaram a incorporar os princípios e as normas administrativas utilizados pela Igreja Católica.

e) Influência da organização militar

A organização militar influenciou o aparecimento das teorias da Administração. O sistema linear tem suas origens na organização militar dos exércitos da Antigüidade e da época medieval.

O princípio da unidade de comando (pelo qual cada subordinado só pode ter um superior) é o núcleo das organizações militares. A escala hierárquica, ou seja, os escalões hierárquicos de comando com graus de autoridade e responsabilidade – é um aspecto típico da organização militar utilizado em outras organizações. Com o passar dos tempos, a medida que o volume de operações militares aumenta, cresce também a necessidade de delegar autoridade para os níveis mais baixos da organização militar.

O conceito de hierarquia na organização militar é tão antigo quanto a própria guerra. O estado-maior formal como um quartel-general apareceu em 1665 com a Marca de Brandenburgo, precursor do exército prussiano. A evolução do princípio de assessoria e a formação de um estado-maior teve sua origem no século XVIII na Prússia, com o Imperador Frederico II, o Grande (1712-1786). Para aumentar a eficiência de seu exército, criou um estado-maior (staff) que cuidava do planejamento e os de linha se incumbiam da execução das operações de guerra. Os oficiais formados no estado-maior (staff) eram transferidos para posições de comando (linha) e novamente para o estado-maior, o que

assegurava experiência e vivência nas funções de gabinete, de campo e novamente de gabinete.

Na época de Napoleão Bonaparte (1769-1821), estadista francês, cada general, ao chefiar seu exército, cuidava da totalidade do campo de batalha. Com as guerras de maior alcance e de âmbito continental, o comando das operações exigiu novos princípios de organização e um planejamento e controle centralizados em paralelo com operações descentralizadas, ou seja, passou-se à centralização do comando e à descentralização da execução.

Outra contribuição da organização militar é o princípio de direção, que preceitua que todo soldado deve saber perfeitamente o que se espera dele e aquilo que ele deve fazer. Mesmo Napoleão, o general mais autocrata da história militar, nunca deu uma ordem sem explicar seu objetivo e certificar-se de que o haviam compreendido corretamente, pois estava convencido de que a obediência cega jamais leva a uma execução inteligente.

O general prussiano Karl von Clausewitz (1780-1831) é considerado o pai do pensamento estratégico. No início do século XIX, escreveu um tratado sobre a guerra e os princípios de guerra e como administrar os exércitos em períodos de guerra. Definiu a guerra como uma continuação da política por outros meios. A guerra sempre fora um jogo. Embora cruel e destruidora, um pecado, a guerra sempre constituiu uma instituição normal da sociedade humana e um instrumento racional de política. Clausewitz considerava a disciplina um requisito básico para uma boa organização. Para ele, a organização requer um cuidadoso planejamento, no qual as decisões devem ser científicas e não apenas intuitivas. O administrador deve aceitar a incerteza e planejar de maneira a minimizar seus efeitos.

f) Influência da Revolução Industrial

Com a invenção da máquina a vapor por James Watt (1736-1819) e sua aplicação à produção, surgiu uma nova concepção de trabalho que modificou completamente a estrutura social e comercial da época, provocando profundas e rápidas mudanças de ordem econômica, política e social. Em um século estas mudanças ultrapassaram as ocorridas em todo o milênio anterior. É a chamada Revolução Industrial que alcançou todo seu ímpeto a partir do século XIX. Ela surgiu como uma bola de neve em aceleração crescente. A Revolução Industrial passou por quatro fases, a saber:

1ª fase: Mecanização da indústria e da agricultura, em fins do século XVIII, com a invenção da máquina de (Hargreaves, em 1767), do tear hidráulico (Arkwright, em 1769), do tear mecânico (Cartwright, em 1785) e do descaroçador de algodão (Whitney, em 1792), que substituíram o trabalho do homem e a força motriz muscular do homem, do animal ou da roda de água. As máquinas eram grandes e pesadas, porém com incrível superioridade sobre os processos manuais de produção da época. O descaroçador de algodão, por exemplo, trabalhava mil libras de algodão, enquanto, no mesmo tempo, um escravo conseguia trabalhar apenas cinco libras.

2ª fase: Aplicação da força motriz à indústria. A força elástica do vapor descoberta por Dénis Papin no século XVII ficou sem aplicação até 1776, quando Watt inventou a máquina a vapor. Com a aplicação do vapor às máquinas, iniciam-se grandes transformações nas oficinas (que se converteram em fábricas), nos transportes, nas comunicações e na agricultura.

3ª fase: Desenvolvimento do sistema fabril. O artesão e sua pequena oficina patronal desapareceram para ceder lugar ao operário e às fábricas e usinas baseadas na divisão do trabalho. Surgem novas indústrias em detrimento da atividade rural. A migração de massas humanas das áreas agrícolas para as proximidades das fábricas provoca a urbanização.

4ª fase: Um espetacular aceleração dos transportes e das comunicações. A navegação a vapor surgiu com Robert Fulton (1807) e, logo depois, as rodas propulsoras foram substituídas por hélices. A locomotiva a vapor foi aperfeiçoada por Stephenson; a primeira estrada de ferro surgiu na Inglaterra (1825) e em seguida nos Estados Unidos (1829) e no Japão (1832). Esse novo meio de transporte propagou-se vertiginosamente. Quanto às comunicações, apareceram outros meios com rapidez surpreendente: Morse inventa o telégrafo elétrico (1835), surge o selo postal na Inglaterra (1840), Graham Bell inventa o telefone (1876). Já se esboçam os primeiros sintomas do enorme desenvolvimento econômico, social, tecnológico e industrial, e as profundas transformações e mudanças que ocorreriam com uma velocidade maior.

Assim, a Revolução Industrial, embora tenha provocado uma profunda modificação na estrutura empresarial e econômica da época, não chegou a influenciar diretamente os princípios de administração das empresas então utilizados. Os dirigentes de empresas trataram de cuidar como podiam ou como sabiam das demandas de uma economia em

rápida expansão. Alguns empresários baseavam suas decisões tendo por modelos as organizações militares ou eclesiásticas dos séculos anteriores.

A organização e a empresa moderna nasceram com a Revolução Industrial graças a vários fatores, como:

- a) A ruptura das estruturas corporativas da Idade Média;
- b) O avanço tecnológico e a aplicação dos progressos científicos à produção, a descoberta de novas formas de energia e a enorme ampliação de mercados;
- c) A substituição do tipo artesanal por um tipo industrial de produção.

g) Influência dos economistas liberais

A partir do século XVII desenvolveu-se uma variedade de teorias econômicas centradas na explicação dos fenômenos empresariais (microeconômicos) e baseadas em dados empíricos, ou seja, na experiência cotidiana e nas tradições do comércio da época.

Ao término do século XVIII, os economistas clássicos liberais conseguem aceitação de suas teorias. Essa reação para o liberalismo culmina com a ocorrência da Revolução Francesa. As idéias liberais decorrem do direito natural: a ordem mais perfeita. Os bens naturais, sociais e econômicos são os bens que possuem caráter eterno. Os direitos econômicos humanos são inalienáveis e existe uma harmonia preestabelecida em toda a coletividade de indivíduos. Segundo o liberalismo, a vida econômica deve afastar-se da influência estatal, pois o trabalho segue os princípios econômicos e a mão-de-obra está sujeita às mesmas leis da economia que regem o mercado de matérias-primas ou comércio internacional. Os operários, contudo, estão à mercê dos patrões, que são os donos dos meios de produção. A livre concorrência é o postulado principal do liberalismo econômico.

As idéias básicas dos economistas clássicos liberais constituem os germes iniciais do pensamento administrativo de nossos dias. Adam Smith (1723-1790) é o fundador da economia clássica, cuja idéia central é a competição. Embora os indivíduos atuam em proveito próprio, os mercados em que vigora a competição funcionam espontaneamente, de modo a garantir (por algum mecanismo abstrato que Smith chamava de mão invisível que governa o mercado) a alocação mais eficiente dos recursos e da produção, sem que haja excesso de lucros. Por essa razão, o papel econômico do governo (além do básico, que é garantir a lei e a ordem) é a intervenção na economia quando o mercado não existe ou

quando deixa de funcionar em condições satisfatórias, ou seja, quando não ocorre competição livre.

Smith já visualizava o princípio da especialização dos operários em uma manufatura de agulhas e já enfatizava a necessidade de racionalizar a produção. O princípio da especialização e o princípio da divisão do trabalho aparecem em seu livro *A Riqueza das Nações*, publicado em 1776. Para Smith, a origem da riqueza das nações reside na divisão do trabalho e na especialização das tarefas, preconizando o estudo dos tempos e movimentos que, mais tarde, Taylor e Gilbreth iriam desenvolver como a base fundamental da Administração Científica. Smith reforçou a importância do planejamento e da organização dentro das funções da Administração.

O liberalismo econômico corresponde ao período de desenvolvimento da economia capitalista baseada no individualismo e no jogo das leis econômicas naturais e na livre concorrência. A livre concorrência, por seu vez, criou áreas de conflitos sociais intensos. A acumulação crescente de capitais gerou profundos desequilíbrios pela dificuldade de assegurar immobilizações com renda compatível para o funcionamento do sistema. A partir da segunda metade do século XIX, o liberalismo econômico começou a perder sua influência, enfraquecendo-se a medida que o capitalismo se agigantou com o despontar de organizações como DuPont, Rockefeller, Morgan, Krupp etc.

O novo capitalismo se inicia com a produção em larga escala de grande concentrações de maquinaria e de mão-de-obra, criando situações problemáticas de organização de trabalho, de concorrência econômica, de padrão de vida etc.

Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engel (1820-1895), criadores do socialismo científico e do materialismo histórico, publicam em 1848 o *Manifesto Comunista*, no qual analisam os diversos regimes econômicos e sociais e a sociedade capitalista, concluindo que a luta de classes é o motor da história: o capitalismo é um modo de produção transitório e sujeito a crises econômicas cíclicas devido a suas contradições internas e constitui uma etapa do desenvolvimento da sociedade em direção ao modo de produção socialista e ao comunismo. O Estado é um órgão a serviço da classe dominantes, cabendo à classe operária lutar por sua conquista e implementar a ditadura do proletariado.

A influência de Marx foi enorme, tanto por sua obra, como por sua intensa militância política.

h) Influência dos pioneiros e empreendedores

O século XIX assistiu a um monumental desfile de inovações e mudanças no cenário empresarial. O mundo estava mudando e as empresas também. As condições para o aparecimento da teoria administrativa estavam se consolidando.

Nos Estados Unidos, por volta de 1820, o maior negócio empresarial foram as estradas de ferro, empreendimentos privados que constituíram um poderoso núcleo de investimentos de toda uma classe de investidores. Foi a partir das estradas de ferro que as ações de investimento e o ramo de seguros se tornaram populares. As ferrovias permitiram o desbravamento do território e provocaram o fenômeno da urbanização que criou novas necessidades de habitação, alimentação, roupa luz e aquecimento, o que se traduziu em um rápido crescimento das empresas voltadas para o consumo direto.

Antes de 1850, poucas organizações tinham uma estrutura administrativa que exigisse os serviços de um administrador em tempo integral, pois as empresas industriais eram pequenas. Em geral, eram negócios de família, em que dois ou três parentes conseguiam cuidar de todas as suas atividades principais. As empresas da época – agropecuárias, mineradoras, indústrias têxteis, estradas de ferro, construtoras, a caça e o comércio de peles, os incipientes bancos – faziam parte de um contexto predominantemente rural, que não conhecia a administração de empresas. O presidente era o tesoureiro, o comprador ou o vendedor e atendia aos agentes comissionados. Se o negócio crescia, os agentes se tornavam sócios da firma, integrando produção e distribuição. Após 1850, os grandes troncos ferroviários cobriam todo o mercado americano do leste urbano e do oeste agrícola. O desenvolvimento ferroviário e a construção urbana criaram o mercado de ferro e aço.

Por volta de 1800, a Inglaterra era a maior potência econômica mundial. Nos EUA Rockefeller funda a Standard Oil e Carnegie funda o truste de aço, ultrapassando rapidamente a produção de toda a Inglaterra. Swift e Armour formam o truste das conservas. Guggenheim forma o truste do cobre e Mellon, o truste do alumínio. Por volta de 1870, teve início a integração vertical nas empresas.

Os “criadores de impérios” (empire builders) passaram a comprar e a integrar concorrentes, fornecedores ou distribuidores para garantir seus interesses. Juntamente com as empresas e instalações vinham também os antigos donos e respectivos empregados. Surgiram os primitivos impérios industriais, aglomerados de empresas que se tornaram grandes demais para serem dirigidos pelos pequenos grupos familiares. Logo apareceram os

gerentes profissionais, os primeiros organizadores que se preocupavam mais com a fábrica do que com vendas ou compras. As empresas manufaturavam, comprando matérias-primas e vendendo produtos por meio de agentes comissionados, atacadistas ou intermediários. Até essa época, os empresários achavam melhor ampliar sua produção do que organizar uma rede de distribuição e vendas.

Na década de 1880, a Westinghouse e a General Electric, empresas americanas, que dominavam o ramo de bens duráveis, criaram organizações próprias de vendas com vendedores treinados, dando início ao que hoje denominamos “marketing”. Ambas assumiram a organização do tipo funcional que seria adotada pela maioria das empresas americanas, a saber:

1. um departamento de produção para cuidar da manufatura de fábricas isoladas;
2. um departamento de vendas para administrar um sistema nacional de escritórios distritais com vendedores;
3. um departamento técnico de engenharia para desenhar e desenvolver produtos;
4. um departamento financeiro.

i) O desgaste das tradicionais teorias administrativas

Durante algum tempo, teóricos das mais diferentes correntes do pensamento administrativo procuraram, incansavelmente, caracterizar o funcionamento das organizações, buscando estabelecer princípios gerais que pudessem ser aplicados na prática, assim como as experiências no campo da Química ou da Física, as quais podiam ser testadas e comprovadas em laboratório, através do controle de algumas variáveis. Até a década de 80, este modelo de compreensão da realidade organizacional esteve presente nas empresas e nas universidades, num verdadeiro receituário de teorias e abordagens.

Sem se aprofundar na importância dos trabalhos de Taylor, Fayol, Maslow, Weber, Douglas, McGregor, Likert, Etzioni e outros, reconhecidos internacionalmente, observa-se (pela análise da extensa literatura que deixaram) que vislumbravam um futuro melhor para as pessoas e suas empresas, numa concepção tradicionalista – embora inovadora para a época – em que o homem era indispensável às organizações e teria de passar anos a fio dentro delas. Estas, por sua vez, teriam de recrutar, selecionar, desenvolver e “manter” (segundo a visão simplista preponderante até há pouco) os recursos

humanos mais adequados aos seus interesses, num clima sadio, em que pudesse haver determinado equilíbrio entre os objetivos individuais e os organizacionais.

No entanto, indubitavelmente, esses autores contribuíram de forma decisiva para o progresso da ciência administrativa, pois o enfoque dado por eles estava de acordo com a realidade sócio-econômica vivenciada dentro dos seus respectivos contextos

Algumas mudanças foram profundas, tanto em nível local quanto mundial, apresentando conseqüências irreversíveis para a humanidade nas mais diversas áreas do conhecimento. A década de 80, foi marcada entre outros acontecimentos importantes, pela Guerra Fria e por vultosos investimentos em armamentos e na corrida espacial, assim como por recessões e períodos inflacionários espalhados pelo globo, registrou de forma contundente a hegemonia dos Estados Unidos e da antiga União Soviética, assim como articulações poderosas em torno de blocos econômicos. Pensou-se, ingenuamente, que esses mesmos países desenvolvidos pudessem – algum dia – liderar um movimento por melhores condições, sócio-econômicas nos países subdesenvolvidos, com o perdão total ou parcial das dívidas externas destes, acompanhado de adequado planejamento, integrado e coordenado pelos mesmos países ricos em prol da erradicação da miséria e das condições sub-humanas presentes em boa parte do mundo. Vislumbrou-se, também, a possibilidade de se trabalhar menor número de horas nas organizações, sem decréscimo do salário ou da supressão da antiga estabilidade. Segundo esse ponto de vista, todos trabalhariam e ainda sobraria tempo suficiente para o lazer e para família.

Os países do Primeiro Mundo investiram pesado em detrimento os países pobres. Praticamente através das suas empresas multinacionais e transnacionais “ocuparam” os países menos favorecidos sob o falso propósito de desenvolvê-los (trazendo tecnologia e novas formas de gestão), de proporcionar perspectivas de emprego nessas regiões e de atender às necessidades do mercado consumidor local. Ao contrário disso, contribuíram para arrasar o meio ambiente desses países e explorar ainda mais a sua mão-de-obra (há casos, por exemplo, em que algumas empresas multinacionais européias remuneraram sua força de trabalho em países subdesenvolvidos, pagando apenas 10% do que é concedido aos trabalhadores europeus, pelo mesmo serviço que é realizado na Europa), comprando as empresas estatais mais rentáveis e, praticamente, impondo diretrizes econômicas a esses países (mesmo que indiretamente).

Por isso, a década de 90, com a presença cada vez mais marcante da globalização e de outras transformações de proporções globais, como, por exemplo, a formação de blocos econômicos cada vez mais estruturados e ambiciosos, em relação à década anterior; a queda do Muro de Berlim, fazendo surgir uma única Alemanha (mais forte); a desintegração da ex-União Soviética, substituída em importância no cenário mundial pelo Japão; a relativa emergência dos Tigres Asiáticos; a crescente automação, assim como a influência da revolução técnico-científica, levaram ao desenvolvimento da teoria da qualidade.

2.3 Evolução da qualidade

Desde Aristóteles (304 a.C.), na Grécia, até os dias de hoje, muitos autores vem contribuindo para o desenvolvimento da teoria da qualidade. Os que mais influenciaram com suas teorias e experiências foram: Frederic W. Taylor em 1900 com postulados para a administração científica; W.A. Shewhart em 1920 introduzindo o controle estatístico na produção e o método PDCA (Plan, Do, Check e Action); J. M. Juran e W.E. Deming em, 1940, mostrando gerenciamento de uma organização para excelência de forma global e integrada; Elton Mayo, em 1927, A.H. Maslow, em 1945, e F. Herzberg, em 1960, com o estudo e a verificação da influência do meio ambiente, das necessidades momentâneas e dos fatores de conforto e desconforto, com o objetivo de obter maior eficiência e eficácia do ser humano; K. Ishikawa que, na década de 50, a partir dos conhecimentos disponíveis nos Estados Unidos da América, teve a visão de adaptar, para as condições do Japão pós-guerra, um sistema gerencial baseado nos princípios da administração científica e no comportamento do ser humano denominado TQC – “Total Quality Control”, CWQC – “Company Wide Quality Control”, TQM – “Total Quality Management”, GQTE, Gerenciamento da Qualidade por Toda a Empresa (Ishikawa, 1992)

A evolução histórica da qualidade está dividida em quatro fases, compreendendo desde o surgimento dos princípios básicos, até a Gestão pela Qualidade, conforme o ponto de vista de Kuinzi (1999):

- 1900 - 1959 – Desenvolvimento dos princípios básicos pelos americanos;
- 1960 - 1979 – Engajamento do Japão nessa área e melhoria dos princípios;
- 1980 – 1985 – Renovação do interesse dos americanos pela qualidade;
- 1986 – 1990 – Renascimento da qualidade americana;
- 1990 – 2000 – As novas realidades dos tempos atuais.

A seguir apresenta-se, de forma sucinta, cada uma das fases.

- **Desenvolvimento dos princípios básicos (1900 – 1959)**

Na década de 20, ocorre a criação do sistema de medição da variância, mais conhecido por Controle Estatístico de Processo – CEP, (SPC – Statistical Process Control), e do ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act) (Falconi, 1990).

Durante a Segunda Guerra Mundial, o físico, matemático e pesquisador Deming (1982) foi contratado pelo Ministério da Guerra para ensinar o CEP à Indústria de Material de Defesa Americana.

Após a Guerra, Deming foi convidado a auxiliar os japoneses no primeiro recenseamento, assim como a proferir palestras sobre o CEP e o Controle da Qualidade, as quais serviram de base para a moderna teoria da Qualidade (Deming, 1982).

Outro especialista americano, Joseph M. Juran (1980), introduz o conceito de adequação ao uso ao ajudar os japoneses a aplicarem os métodos de controle da qualidade a todas as funções de uma empresa, uma vez que, até aquele momento, japoneses e americanos o empregavam apenas à produção e à inspeção.

Por sua vez, Feigenbaum (1983), defendendo o princípio da necessidade de envolvimento de todos os departamentos da empresa na busca da qualidade, cria o conceito de Controle de Qualidade Total.

- **O engajamento do Japão (1960 – 1979)**

Ao conceito de cliente, defendido por Juran (1980), os japoneses acrescentam o termo “interno” ampliando-lhe o sentido.

Ishikawa (1992), desenvolvendo a idéia de Feigenbaum, passa a incluir todos os funcionários da empresa na questão Qualidade e não apenas os de nível gerencial.

O mesmo autor, cria os Círculos da Qualidade, fazendo surgir, então, o modelo original das equipes de GQT (Garantia de Qualidade Total) que, através da aplicação diária do CEP e do PDCA, conduzem a um fluxo contínuo de novas idéias de melhoria, sempre visando à satisfação dos clientes.

Como consequência desse processo, nas empresas em que se adotou o GQT, os funcionários passaram a ter maior delegação de autoridade para planejar e realizar o seu trabalho (Harrington, 1987).

Na década de 70, a maioria das empresas nipônicas já estava adotando o “Controle da Qualidade Amplo Empresarial” (definição de Ishikawa), transformando o “Made in Japan” no que é hoje, uma etiqueta de respeito, com qualidade de nível internacional e servindo como padrão referencial (Ishikawa, 1992).

Em vista da qualidade e do baixo custo dos produtos japoneses, fabricantes americanos e ocidentais, de modo geral, passaram a pesquisar o segredo desse sucesso.

- **Renovação do interesse americano (1980 – 1985)**

Enquanto os americanos tratavam de qualidade, instrumentos de melhoria e implantação de programas, Deming falava sobre gerência e mudança de cultura (Deming, 1982). Por conseguinte, foi difícil para o ocidente compreender essa mensagem, pois a GQT induz a uma mudança cultural gerencial e de sua visão sobre a empresa (Deming, 1982).

O período de 1980 a 1985 também é conhecido como o da falsa revolução da qualidade, pois várias tentativas de aplicação dos instrumentos de melhoria feitas pelas empresas ocidentais falharam. Citam-se como exemplos, o caso dos Círculos da Qualidade, o CEP, e o conceito de “defeito zero” (Charlis Kuinzi, anotações do curso Gestão pela Qualidade, 1999).

- **Renascimento da qualidade americana (1986 –1990)**

Durante o período anterior a 1986, as empresas se debatiam em busca de soluções para melhorar a qualidade e a produtividade, tentando imitar o desenvolvimento japonês. Passar a compreender as “mudanças profundas”, propostas por Deming, significava uma abordagem abrangente da qualidade (Deming, 1982). Inicia-se realmente o renascimento da qualidade americana e ocidental.

A razão de tal mudança se explica por ser a GQT uma filosofia holística de gerência e não um conjunto isolado de técnicas. Não existindo meias medidas na busca pela excelência, a imersão deve ser total e o caminho sem volta (Deming, 1982).

- **As novas realidades dos tempos atuais**

Segundo Kunzi, (1999), as novas tendências do século XXI estão cada vez mais voltadas para a satisfação do cliente, competitividade e junção de grandes potências

empresariais, para sobreviver no mercado globalizado. Os principais tópicos responsáveis pelo sucesso das empresas de excelência na atualidade são:

- ◆ Cliente é prioritário;
- ◆ Competitividade;
- ◆ Gestão pela qualidade total;
- ◆ Gestão participativa – equipes;
- ◆ Blocos de mercado;
- ◆ Qualidade sobre ciclo de vida de produtos;
- ◆ Custos e resultados.

2.4 Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ 2005) e Normas Aeroespacial

O Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) foi instituído há pouco mais de 13 anos no Brasil, constituindo-se já num importante referencial de excelência, adotado crescentemente como sistemática de auto-avaliação pelas empresas brasileiras. O PNQ estabelece normas e procedimentos semelhantes aos do prêmio Malcom Baldrige dos EUA (PNQ, 2004).

Uma das categorias de avaliação do prêmio Malcom Baldrige é “Informação e Análise”, que examina abrangência, validade, análise, gerência e uso de dados e informações para conduzir a empresa à excelência em qualidade e a um desempenho competitivo. Examina-se também a adequação do sistema de dados, informações e análise da empresa para suportar o aprimoramento dos produtos/serviços e operações internas, com foco no cliente. O objetivo dessa categoria é avaliar os tipos e a qualidade dos dados coletados e examinar o processo através do qual são analisados, visando a tomada de decisões. Os dados e informações usados para planejamento, gerência do dia a dia e avaliação da qualidade são objeto de análise dessa categoria, principalmente quanto à garantia da confiabilidade, atualização e acessibilidade.

O modelo de excelência do PNQ reflete a experiência, o conhecimento e o trabalho de muitas organizações e especialistas, do Brasil e do exterior, nestes 13 anos de existência da fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade – FPNQ.

Os oito critérios de excelência apresentados abaixo, e todas as informações aqui descritas estão no manual dos critérios de excelência PNQ(2004):

1. Liderança;
2. Estratégia e Planos;
3. Clientes;
4. Sociedade;
5. Informações e Conhecimento;
6. Pessoas;
7. Processos;
8. Resultados.

As informações detalhadas de cada critério e como devem ser aplicadas estão descritas no manual PNQ (2004).

A normalização do setor espacial como um todo sempre esteve praticamente restrita às normas de empresas e instituições e à utilização de normas militares e aeronáuticas, em todos os países. Isto se devia ao fato de que até há alguns anos atrás, cada país desenvolvia seu próprio programa espacial, com uma quantidade relativamente baixa de intercâmbio com outros países, sendo que quando havia algum intercâmbio, normalmente envolvia somente dois países, o que facilitava, de certa maneira, a intercambialidade de normas.

Nos últimos anos este quadro tende a mudar, pois com a utilização cada vez maior do espaço para aplicações comerciais, e também devido aos altos níveis de investimento exigidos, torna-se cada vez mais comum a união de países com o intuito de formar consórcios com o objetivo de cooperar na atividade espacial. O exemplo mais marcante deste final de Século é a Estação Internacional – ISS (NASA, 1999), que deverá ter a participação de 16 países na sua construção e operação. Embora se trate essencialmente de uma estação de pesquisa, sem fins comerciais imediatos, serve de exemplo desta nova era de exploração do espaço.

A primeira associação ou consórcio de países para exploração do espaço ocorreu através da Agência Espacial Europeia, que integra N países da Europa. Embora a França seja o país com maior desenvolvimento no domínio da tecnologia espacial na Europa, para que ela pudesse concorrer com os EUA ou a antiga União Soviética, teve que se coligar a mais países europeus e desta forma surgiu a Agência Espacial Europeia – *European Space Agency* – ESA. Um dos primeiros passos da ESA foi o estabelecimento de normas próprias, com o objetivo de uniformizar suas atividades, uma vez que cada país costumava utilizar

normas diferentes em suas aplicações espaciais. As normas européias inicialmente eram denominadas PSS (Procedures, Standards and Specifications) e posteriormente passaram a ser denominadas ECSS (de *European Cooperation for Space Standardization*). São elaboradas de forma consensual, através de fóruns específicos onde técnicos dos diversos países participantes da ESA trabalham na confecção e aprovação das mesmas.

A NASA também tem seu grupo de normas técnicas, porém, ainda são poucas, sendo que a grande maioria dos artefatos espaciais ainda são produzidos utilizando-se as normas militares MIL-SPEC como referência. Com o interesse gerado em torno da comercialização das atividades espaciais, a ISO constitui dois Comitês voltados para a normalização espacial. Também tem trabalhado no desenvolvimento de uma norma de qualidade aeroespacial, semelhante à AS 9000 da SAE, que deverá servir de padrão para as empresas do setor aeroespacial em pouco tempo.

Com o objetivo de se integrar no processo de normalização espacial internacional, o Brasil é participante dos Comitês responsáveis pela normalização espacial na ISO como membro observador – que não vota mas participa ativamente das reuniões de trabalho. A ABNT, através do Subcomitê 08:001 – Atividades Espaciais do Comitê Brasileiro de Aeronáutica e Espaço – ABNT/CB-08, tem acompanhado o trabalho da ISO e criou Comissões de Estudo que reproduz a mesma configuração dos Grupos de Trabalho que atuam nos Subcomitês espaciais da ISO.

A norma ABNT NBR 15100:2003 foi elaborado no Comitê Brasileiro de Aeronáutica e Espaço (ABNT/CB-08), pela Comissão de Estudo de Normalização Geral (CE – 08:003.09). O Projeto circulou em Consulta Pública conforme Edital numero 12 de 30.12.2003, com o número Projeto NBR 15100. Este documento estabelece, na maior extensão possível, os requisitos do sistema de gestão da qualidade para a indústria aeroespacial. O estabelecimento de requisitos comuns, para uso em todos os níveis da cadeia de fornecimento, resulta em melhoria na qualidade e na segurança e em redução de custos devido a eliminação ou redução requisitos particulares de organizações, com as conseqüentes variações nas suas múltiplas expectativas.

2.5 Evolução do pensamento estratégico

Albert Einstein, que foi, indiscutivelmente, uma das maiores mentes de todos os tempos, criou a teoria da relatividade aos 16 anos, mas deixou-a amadurecer durante mais

de uma década, até a sua forma final. Também é verdade que passava horas à janela, a sonhar, enquanto formulava a sua teoria (Irineu,1988). Outros grandes pensadores utilizavam rituais para formular as suas idéias. Leonardo da Vinci gostava de fixar-se nas fendas das paredes. Mas, hoje, onde está o tempo necessário para pensar? Pensar não é uma competência central da cultura empresarial, mas sim, uma competência essencial para a sobrevivência das organizações (Cheryl, 2000).

Para formular uma estratégia com integração, necessita-se de tempo e conceitos – chaves de visão integradora; a essência da estratégia é complexa e utiliza vários processos de pensamento, envolve tanto as questões de processos, como as questões de conteúdo; a estratégia focaliza o esforço da organização, dando-lhe direção, consistência, e sintetizando deferentes visões com um grau ótimo de generalidade (Adaptado de Mitzberg,200).

O pensamento estratégico teve início há milhares de anos, pois a arte da guerra sempre foi a grande fonte de inspiração para os estrategistas. A partir de 1900, o Planejamento Estratégico formalizou-se. O modelo básico era o SWOT (Do inglês: Strengths (pontos fortes); Weakness (pontos fracos); Opportunities (oportunidades), Threats (ameaças)). O SWOT consagraria o que Mintzberg (2000) chamou, posteriormente, de escola do *design*, dividindo o planejamento em uma serie de estágios seqüenciais formados de uma cadeia de subestratégias. Isto está bem caracterizado em Steiner (1979), que afirmou: “Todas as estratégias precisam ser divididas em subestratégias para o sucesso da implantação”. Igor Ansoff, em seu clássico estudo *Corporate strategy* (I.Ansoff,1965), apresentou um esquema complexo e rígido para formulação da Estratégia.

Os planos estratégicos eram puramente lógicos, lineares e, não raro, tão formais que ficavam isolados e sem intercomplementaridade, sendo complexos e intrincados demais em sua formação.

As organizações do século XXI estão se organizando em torno de seus processos e centradas em seus clientes. Elas devem ser ágeis e enxutas, suas tarefas exigem conhecimento do negócio, autonomia, responsabilidade e habilidade na tomada de decisão. Na realidade, a linha de evolução da estratégia empresarial continua em busca de uma arquitetura que permita identificar competências amplas a serem desenhadas; estas arquiteturas são estudos para o futuro. Depois de exaurir o que pode ser analiticamente deduzido sobre gestão, a empresa precisa aprender com experiência, criar experiência com os clientes de vanguarda, realizar protótipos para testes de mercado, dedicar-se pelo

desenvolvimento conjunto com possíveis concorrentes, estudar tecnologia dos concorrentes e assim por diante. (Hamel&.Prahalad. 1997).

A evolução do pensamento estratégico pode ser visualizada na Figura2.2:

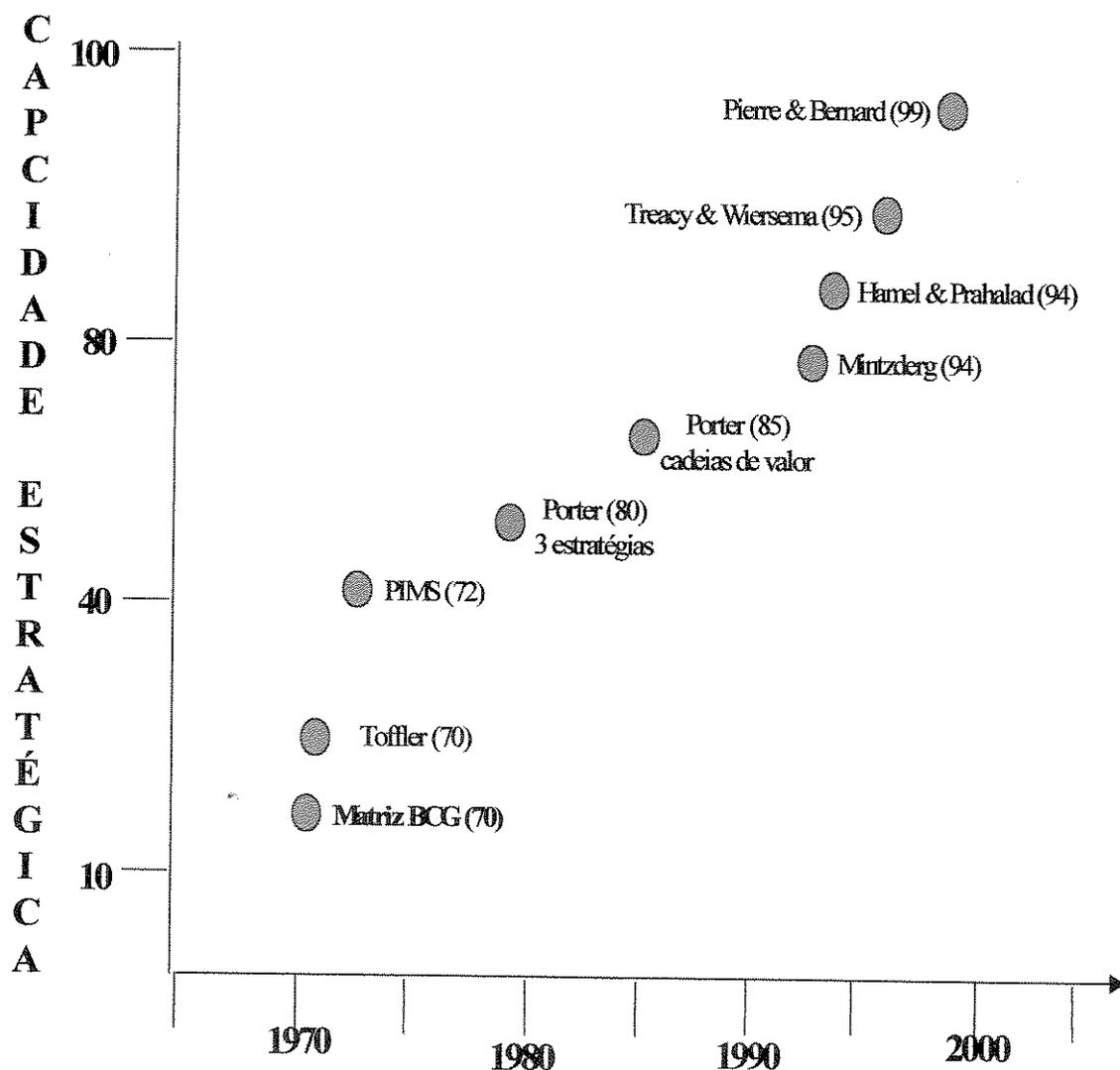


Figura 2.2 Evolução dos pensamentos estratégicos (Adaptado Marly Cavalcanti 2001)

Os principais conceitos da evolução do pensamento estratégico mostrado na figura 2.2 serão ilustrados no quadro a seguir:

Tabela 1: Evolução dos pensamentos estratégica. Adaptado Marly Cavalcanti (2001).

Ano	Conceito	Ação	Proposição
1970	Matriz BCG	Classificação de produtos ao longo da participação de Mercado x Taxa de Crescimento do mercado	Guia para a empresa concretizar o portfólio de negócios.
1970	Alvin Toffler	O Choque de Futuro	Reestruturação contínua da empresa
1972	Profit Impact of Market Strategy (PIMS)	Banco de dados empírico para determinar áreas de mercado atrativo	A participação de mercado é impulsionada de lucratividade e deriva da melhor qualidade relativa do produto.
1980	Michel Porter Estratégia Competitiva-Três Estratégias Genéricas	Liderança de Custo, Diferenciação e Foco	Curvas de experiência, barreiras à entrada, posicionamento estratégico, sistema de inteligência sobre o concorrente, estratégia do nicho.o.
1985	Cadeia de valor Michael Porter Vantagem competitiva	5 Atividades primarias e 4 Atividades de apoio	Logística de entrada X operações X marketing e vendas X serviços
1994	H. Mitzberg Ascensão e queda do Planejamento estratégico com Processo Formal	Distinção entre Planejamento Estratégia e Pensamento Estratégico	O fracasso do Planejamento Estratégico Clássico e o fracasso da formalização de estratégias. Estratégia é um processo de aprendizado; se o planejamento Estratégico é Análise, o pensamento Estratégico é Síntese.
1994	Hamel & Prahalad Competências Essenciais	Desenvolvimento de habilidade e tecnologia que permite oferecer benefícios ao cliente.	Organização é portfólio de competências é um novo plano. É na verdade uma arquitetura estratégica que mostra as competências a serem desenvolvidas para interceptar o futuro
1995	Trecy & Wiersema Três disciplinas de Valores .	Excelência Operacional X Liderança de Produto X Conhecimento de Consumidor	Contínuo investimento e excelência em pelo menos uma destas três áreas de valor para construir a reputação da companhia
1999	Pierre & Bernrd Estratégia Corporativa	Função de alianças estratégicas e como antecipar sua evolução e resultados	Tipologia de alianças entre não-competidores (<i>joint ventures</i>), parcerias verticais etc. e entre competidores alianças na cadeia de fornecimento.

De acordo com Marly Cavalcanti (2001) a agenda do futuro consiste em: transformar os empregados de tarefas em profissionais pensantes; repensar os papéis dos administradores e dos empregados nas empresas estruturados por processos; reinventar os sistemas de gestão de recursos humanos desde o treinamento até os esquemas de reconhecimento dos esforços; fazer com que aprendizado seja parte do dia-a-dia dos negócios da empresa; moldar uma cultura que dê suporte à nova maneira de trabalhar.

2.6 Tendências (prospecção ou forecasting) de gestão de P&D no contexto mundial

A ação prospectiva (forecasting) é um exercício de possibilidades futuras que considera os atores de um dado setor, suas alianças, suas oposições e estratégias, constituindo uma rede importante à inovação e desenvolvimento. Abre-se, a partir da prospecção, um leque de chances para absorção, criação e domínio de tecnologias. A prospecção não é uma atividade de previsão que busca desenhar os fatos mais prováveis, é sim, uma ação aberta a diferentes contextos, que desenha múltiplas possibilidades e sugere estratégias diversificadas.

Segundo Hamel e Prahalad (1997), “A previsão do futuro do setor precisa ser fundamentada por uma percepção detalhada das tendências nos estilos de vida, tecnologia, demografia e geopolítica, mas se baseia igualmente na imaginação e no prognóstico. Para criar o futuro, uma organização precisa desenvolver uma representação visual e verbal poderosa das possibilidades desse futuro. Como dizia Walt Disney, é preciso imaginação e engenharia. Disney imaginou uma cidade experimental do futuro onde existem fazendas de criação de cavalos. Esse sonho transformou-se no EPCOT Centre, um dos pontos de destino de turistas de todo o mundo”.

Com as rápidas mudanças observadas nos dias atuais, torna-se cada vez mais importante observar as tendências da demanda no exercício de prospecção. Conhecer as reais demandas do consumidor final e as necessidades sócio-econômicas são bases para qualquer trabalho de pesquisa prospectiva, nessa nova economia.

Pode-se elencar várias metodologias de visão de futuro segundo a literatura, ressaltando-se, neste trabalho, aquelas consideradas como as mais praticadas em estudos prospectivos, tendo em vista experiências internacionais (Vallorio,1997). Destacam-se metodologias; opinião de especialistas (*Delphi*) e construção de cenários que enfatizam a participação de pessoas no processo de prospecção, modelagem e a análise morfológica que

ênfaticam o uso de ferramentas analíticas para visualização de tendências; monitoração ambiental e exploração de tendências que têm como ênfase ranking de condições de futuro mais próximo do presente.

A metodologia *Delphi* permite estruturar opiniões de especialistas, tendo como resultado um consenso geral do grupo na priorização dos temas, a partir de sucessivas rodadas de questionamento, explorando sempre a abordagem “como será o futuro?”. Como ponto fraco do método são levantadas as dificuldades para comparação e aproximação das varias perspectivas levantadas pelos especialistas. Massuda (1999) explica a metodologia *Delphi* como intuitiva e interativa. Ressalta que a mesma implica na constituição de grupo de especialistas em determinada área do conhecimento, que respondem a uma série de questões. Os resultados da primeira fase são analisados, calculando-se a mediana e a amplitude. A síntese dos resultados é comunicada aos membros do grupo que, após tomarem conhecimento, respondem novamente ao mesmo questionário. As interações se sucedem até que seja obtido consenso ou quase consenso.

Com relação à metodologia de cenários, Schwartz (1996) entende como futuro plausível, em que se consideram algumas variáveis-chaves que podem ser desenvolvidas por meio de brainstorming, apoiando-se nas opiniões e idéias de especialistas ou por uso de computador parametrizado às variáveis chaves e suas mudanças no tempo. Godet (1987) concorda com Schwartz e defende que a metodologia de cenários insere-se no campo de estudo de possibilidades plausíveis, sendo também identificada como técnica de projeção de tendências e possíveis situações futuras. Assim, o propósito essencial de cenários é apresentar uma imagem significativa, de futuros possíveis, em horizontes de tempo diversos, e assegurar o posicionamento mais favorável. O princípio da metodologia inclui simulações e árvores de relevância; sua vantagem reside na característica multidimensional, porém, está sujeita às mesmas idiossincrasias mencionadas na metodologia *Delphi*.

Segundo Rostaing (1998), a modelagem e a análise morfológica envolvem o uso de técnicas analíticas para o desenvolvimento de quadros futuros. Dessa forma, qualquer das técnicas que use equações e relacione variáveis estimando o que essas podem ser no futuro, são aplicáveis. A vantagem desta metodologia é a facilidade de prover aos especialistas condições de visualização das relações entre variáveis chaves de forma sistemática, ao longo do tempo, e sua desvantagem é a incapacidade de refletir toda a complexidade e contingências do mundo real.

A monitoração ambiental é definida segundo diferentes pontos de vista. Aguilar (1967), entende-a como ferramenta de planejamento e meio pelo qual é possível identificar ameaças e oportunidades, em curto e médio prazos. Já Ansoff (1965), define-a como gerenciamento de questões estratégicas (*issues management*), ou seja, processo de identificação e análise de questões do ambiente institucional que devam merecer a atenção por parte dos planejadores, sendo tais questões consideradas eventos ou tendências percebidas pelos administradores como capazes de afetar o desempenho de suas organizações. Segundo Porter (1995), monitorar é olhar, observar, checar e manter-se atualizado em relação aos desenvolvimentos de uma área definida. Assim, o exercício de monitoração, tanto pode auxiliar na identificação de variáveis para análises de tendências e construção de cenários alternativos, quanto pode ser o foco nas mudanças tecnológicas ou mudanças sócio-econômicas. A manutenção ambiental examina dados correntes considerando três etapas, tático, avaliação e mapeamento que têm sido usadas como metodologia sistemática para antecipação. A limitação da monitoração, apontada por Vallario (1997), é que ela se baseia exclusivamente em fontes de informação formal, reduzindo a capacidade de apresentar sinais fracos ou mudanças de paradigmas.

O método de extrapolação de tendências se baseia na suposição de que padrões atuais não serão alterados, ou seja, não prevê mudanças de paradigmas. Considera coleções de informações passadas e, a partir delas, faz algumas extrapolações, qualitativas e/ou quantitativas. Por ser um subconjunto da modelagem, inclui sistemas dinâmicos, análise de regressão, curvas S, entre outras. Duas são as limitações do método: partir do princípio de que os padrões não mudam ao longo do tempo e não correlacionar as variáveis envolvidas. Ressalta-se que, atualmente, não se tem variáveis completamente independentes.

Com base no exposto, verifica-se o quão complexa é a pesquisa prospectiva e o quanto a gestão da informação impacta a performance das metodologias, desde a seleção das fontes de informação, passando pelo método de coleta, tratamento, análise, agregação de valor e formas de disseminação dos conteúdos analisados.

Vários são os exemplos nesta direção e podem-se citar algumas iniciativas para planejamento de médio e longo prazo, no caso específico de Ciência e Tecnologia C&T, com os estudos prospectivos:

- **França:** o relatório sobre Technologies CLÉS 2005 apresenta detalhadamente a metodologia empregada para traçar tendências de médio prazo para o desenvolvimento da C&T da França, focando os seguintes temas: tecnologias de informação, comunicação, materiais, construção civil, energia e meio ambiente, saúde e agroalimentar, transporte aeronáutico, bens e serviços e gestão da produção (Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, oct/2000).
- **Alemanha:** as experiências de estudos prospectivos na Alemanha tiveram início nos anos 90 e apontam as adaptações e mudanças metodológicas em face das rápidas mudanças dos dias atuais e da necessidade de compartilhar conhecimento. O primeiro estudo considerado mini-Delphi foi realizado em 1993 e analisou quatro grandes temas: materiais, microeletrônica, ciências da saúde e meio ambiente. Em 1998, a experiência se repetiu, ampliando para 12 temas para prospecção, incluindo informação e comunicação, agricultura, energia, espaço, construção civil, serviços, dentre outros (CUHLS,2000).
- **Reino Unido:** o exercício Foresight realizado em 1995, para visão de futuro dos 20 a 30 anos próximos sobre Ciência, Engenharia e Tecnologia, contemplou 15 setores, a saber: agricultura e ambiente, química, comunicação, construção, defesa e aeroespço, energia, finanças, alimentos e bebidas, saúde e ciências da vida, tecnologias da comunicação e informação e eletrônica, leitura e educação, negócios, materiais, comércio e transporte (Office of science and technology,1995).
- **Japão:** há 20 anos aplica-se a metodologia foresight para construção de visão de futuro e a cada cinco anos atualiza-se este exercício, por meio de distribuição de questionários sucessivos a especialistas e criação de consenso (Delphi), como apoio ao planejamento de P&D e políticas setoriais (Michio, 2000), dentre outros.

A gestão estratégica vem sendo colocada como “palavra de ordem”, e, portanto, cabe apresentar a visão de sistemas de inteligência competitiva e gestão do conhecimento como potencial de alavancagem e sinergia para construção de visão de futuro.

Atualmente, observa-se o quanto tem sido reforçada a necessidade de visão holística da organização como forma de melhor aproveitamento de suas competências, maior responsabilidade social e ambiental.

2.7 Benchmarking

O termo benchmarking surgiu de um outro termo, que é utilizado em agricultura, o “benchmark”. “Benchmark” pode ser traduzido como marco de referência. Esses marcos são utilizados por agrimensores para demarcação de terrenos e como referência dentro de um mesmo terreno. O processo de benchmarking foi assim denominado pois se baseia no estabelecimento de marcos de referência. Esses marcos são estabelecidos a partir de uma análise cuidadosa da estrutura da empresa e da concorrência. Essa análise visa identificar as melhores práticas na indústria e situar a empresa dentro dessas práticas. Metas, estratégias e planos de ação serão definidos visando a superação das melhores práticas. A seguir serão descritos os fundamentos, tipos e metodologia de benchmarking.

O benchmarking não é um conceito novo, porém uma elaboração das técnicas de avaliação competitiva nascidas nos anos 50. Até então, a coleta de inteligência competitiva focalizava apenas a medição de resultados finais ou de itens acabados. Através do benchmarking, o foco passou a voltar-se para questões de processo. A análise não se limitava ao que a outra organização produzia, mas como realizava cada etapa do processo, observando também o suporte dado a um produto ou serviço.

A história do benchmarking reporta ao início da década de 80 quando, em reunião de especialistas em Treinamento de Desenvolvimento Organizacional do Grupo Xerox Reprographics, o termo Benchmarking Competitivo foi utilizado em discussão sobre a lacuna identificada entre o custo de produtos da Xerox e similares de concorrentes. A título de ilustração dos problemas vividos naquele momento pela Xerox, o preço das copiadoras da concorrência estavam saindo no varejo por menos do que custava à Xerox fabricá-las.

Esse foi um momento crítico, pois a Xerox assistia às ações na bolsa de valores despencarem ao nível mais baixo e o *market share* caíra para menos de 30%, quando em meados dos anos 70 detinha 80% da participação no mercado.

Em resposta, a gerencia da Xerox designou uma equipe operacional ao Japão para estudar, nos mínimos detalhes, o processo, o produto e o material de empresas japonesas. Este benchmarking competitivo resultou em metas de desempenho específicas. As falhas de

linha caíram de 30000 por um milhão de peças para 1300 por milhão. Houve uma redução de 50% nas peças sem similares, e uma redução de 66% no tempo de desenvolvimento.

O paradigma da coleta de dados e da análise organizacional havia mudado significativamente, sinalizando para um relacionamento aberto e de cooperação entre as organizações. Vale salientar que somente no final dos anos 80 foi que o benchmarking realmente tomou vulto, em função de basicamente dois eventos significativos.

Um foi a criação do Prêmio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige que estabeleceu o Prêmio Nacional nos Estados Unidos anualmente. A partir da publicação das inscrições e diretrizes para o prêmio de 1991, na categoria “Informações e Análises”, foi inserido o item 2.2 com o título “Comparações Competitivas e Benchmarks”. No Prêmio da versão brasileira, promovido pela Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade, este item foi intitulado “Comparações com a Concorrência e com Referenciais de Excelência”. No Prêmio Nacional da Qualidade menciona-se o seguinte: “Descrever os processos, fontes e abrangência atuais e uso de dados e informações para comparações com a concorrência e com referenciais de excelência para apoiar a melhoria da qualidade e do desempenho operacional da empresa”.

A ênfase em processos e comparações de resultados estimularam profundo interesse das empresas na questão do benchmarking, principalmente por parte daquelas interessadas no uso das diretrizes Baldrige ou na concorrência ao Prêmio Nacional da Qualidade.

O outro grande marco foi o lançamento do livro de Robert Camp, executivo da Xerox, em 1989, sob o título de *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices that lead to Superior Performance*, no qual é descrito em detalhes o benchmarking na Xerox.

2.8 Gestão organizacional baseada nas competências essenciais

A combinação de conhecimento e habilidades com ferramentas é refletida em nível organizacional nas competências essenciais e capacidades (Lawler e Ledford, 1997). O termo competência essencial foi primeiramente utilizado por Prahalad e Hamel (1990) cujo artigo da Harvard Business Review se tornou um das mais solicitados para reimpressões.

Eles afirmam que uma organização ganha vantagem competitiva no mercado através do uso de um pequeno número de competências essenciais que afetam produtos diferentes através das unidades de negócios (Prahalad e Hamel, 1990; Hamel e Prahalad, 1994). Por

exemplo, a Cannon possui competências essenciais em ótica, imagem e microprocessadores que permitiram que ela obtivesse sucesso com copiadoras, impressoras a laser e câmeras.

Uma competência essencial é um conjunto peculiar de *Know how* técnico que é o centro do propósito organizacional. Ela está presente nas múltiplas divisões da organização e nos diferentes produtos e serviços. As competências essenciais fornecem uma vantagem competitiva peculiar, resultando em valor percebido pelos clientes, as quais são difíceis de ser imitadas. Muitos estrategistas de negócios vêem a identificação e utilização de competências essenciais como a base para o planejamento eficaz, permitindo que uma organização aumente drasticamente sua participação no mercado e seus lucros.

Uma competência essencial é uma criação deliberada dos executivos de uma organização. Requer comprometimento substancial de tempo e de recursos para se desenvolver. Mas, uma vez estabelecida, a competência essencial fornece à organização uma oportunidade de se destacar na competição.

Uma determinada capacidade também é fator importante para a efetividade da organização e é percebida como valiosa pelos clientes. É um conjunto de processo de negócios estrategicamente compreendidos (Stalk, Evans e Shulman, 1992). Por exemplo, a Honda tem sido uma forte concorrente da General Motoras não apenas devido à suas competências essenciais com motores e sistemas de propulsão, mas também devido a sua capacidade de desenvolver uma rede eficaz de revendedores (Hamel e Heene, 1994). Além disto, a Honda tem uma importante capacidade em desenvolvimento e lançamento de produtos, o que lhe permite colocar produtos no mercado com maior rapidez do que com o ciclo tradicional de desenvolvimento de produtos.

Uma expressão das capacidades de uma organização é a competição baseada no tempo (Lawler, 1996; Stalk e Hout, 1990). Por exemplo, a CNN foi a pioneira na transmissão da informação no momento em que o fato acontece. Isto não é apenas uma habilidade técnica é a combinação de processos de negócios e gestão capazes. Similarmente, a distribuição de carga aérea até 10:30 da manhã da Federal Express reflete a competição baseada no tempo, pela poderosa combinação entre pessoas e sistemas de trabalho. Além disso, como afirmam Hamel e Prahalad (1994), a distribuição rápida e dentro do tempo da Federal Express é um benefício ao cliente, que se tornou possível por uma competência essencial em gestão de logística.

A competição baseada no tempo combina recursos de capital com as habilidades das pessoas. Por exemplo, a Motorola possui uma fábrica que monta *paggers* em poucas horas após o recebimento da ordem (Goldman, Nagel, 1995; Lawler, 1992). Essa rapidez reflete a combinação de tecnologia de fabricação eficaz com uma força de trabalho comprometida. As capacidades organizacionais e habilidades das pessoas são combinadas para formar uma organização “ágil” que é centrada nas necessidades.

Ainda considerando as capacidades organizacionais, a utilização de habilidade de negócios é outro fator importante para qualquer organização. Por exemplo, a aplicação dos princípios de contabilidade geralmente aceitos na elaboração de relatórios financeiros para os acionistas é uma habilidade importante para todas as empresas de capital aberto.

Competências essenciais e capacidades são idealmente expressas em uma declaração de missão que especificamente comunica o que a organização fará para os clientes, devendo mostrar o propósito da organização e sugerir porque é diferente de outras em sua área de atuação. Em vez de fazer promessas, essa declaração de missão deveria destacar como suas competências essenciais e capacidades implementam seu propósito.

2.9 Gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento não é, como conceito, uma idéia nova nas organizações. Para sobreviver, qualquer organização precisa saber qual conhecimento tem disponível e quem são as pessoas de referência para cada uma das áreas de conhecimento em que atua (Hansen, Nohria e Tierney, 1999).

Para entender o que vem a ser a gestão do conhecimento, são apresentados os diversos conceitos envolvidos. Inicialmente serão apresentados os conceitos relacionados com o conhecimento, conforme pesquisa bibliográfica realizada.

Define-se dado como sendo o “conjunto de fatos distintos e objetivos, relativos a eventos” (Davenport e Prusak; 1998). Segundo Drucker (1999), informação “é o dado revestido de relevância e propósito”. O conhecimento, segundo Drucker é o requisito necessário para a transformação de dados em informação.

Nonaka e Takeushi(1997) defendem que o conhecimento refere-se a crenças e informações, podendo ser explícito, transmitido facilmente de forma formal, ou tácito, conhecimento dinâmico e armazenado nas cabeças das pessoas, sendo difícil de ser

articulado. Os autores apresentam a espiral do conhecimento, que representa as formas de compartilhamento de conhecimento de acordo com o tipo a que ele pertence.

Segundo pesquisadores sociais (Bell, 1973; Toffler, 1990; Drucker, 1993; Quinn, 1992; dentre outros) o conhecimento desempenhará um papel cada vez mais relevante nos próximos anos nas organizações e na sociedade em geral.

Segundo Davenport e Prusak (1998) e Prahalad e Hamel (1998), o que uma empresa coletivamente sabe, a eficiência com que ela usa este conhecimento e a prontidão com que ela adquire e usa novos conhecimentos caracterizam a única vantagem sustentável que a empresa possui.

Mesmo fazendo parte do que, tacitamente, a empresa sabe ser necessário, só recentemente a gestão do conhecimento ganhou o status de disciplina e passou a ser estudada mais detidamente, e não apenas como um dos componentes do estudo da estratégia organizacional. Assim, o destaque dado à gestão do conhecimento tem se intensificado.

O processo histórico tem levado ao surgimento de uma classe de trabalhadores conceituadas por Drucker (1994) como os trabalhadores do conhecimento. Segundo ele, estes trabalhadores se diferenciam pelas seguintes características:

- Educação formal – Educação formal, como um fator da complexidade das tarefas que irá desempenhar;
- Aplicação de conhecimento teórico e analítico – Além do conhecimento teórico, é necessário capacidade de análise e decisão; acompanhar a velocidade das mudanças e da produção de conhecimento da sociedade atual, estando em processo de contínuo aprendizado;
- Especialista – Perito no domínio em que atua;
- Trabalho em equipe – A capacidade de trabalhar em equipe é necessária à transferência e aproveitamento do conhecimento do grupo. A idéia sistêmica, em que o todo é maior do que a soma das partes está presente neste modelo (Mintzberg, 2001).

A gestão de conhecimento é definida como o “processo corporativo focado na estratégia empresarial que envolve a gestão de competências do capital intelectual, a aprendizagem

organizacional, a inteligência empresarial e a educação corporativa” (Santos, Pacheco, Pereira, Bastos Jr: 2001).

Seveiby (1999) posiciona a gestão do conhecimento de duas formas. A primeira aborda o conhecimento como objetos que podem ser identificados e tratados através de sistemas de informações. A segunda identifica gestão de conhecimento como gestão de pessoas, sendo o conhecimento entendido como processo que leva ao aprendizado organizacional e a criação de competências.

Para Davanport e Prusak (1998) a gestão de conhecimento envolve a geração, a codificação e coordenação e a transformação do conhecimento que está disponível tanto de forma explícita, quanto de forma tácita na organização. Para Moran (1994), a gestão do conhecimento é um conjunto de processos que governa a criação, a disseminação e a atualização de conhecimento no âmbito das organizações.

O uso pleno do conhecimento pelos profissionais das organizações tem sido referido continuamente pela literatura como fator estratégico de sucesso. Com a nova roupagem da valorização do conhecimento e da aprendizagem, as limitações para a reflexão de seus significados e sua aplicabilidade no contexto organizacional são muitas. São citados pela literatura fatores limitantes das mais diferentes origens, assim como fatores operacionais, tecnológicos, conceituais e comportamentais, entre outros fatores. A observação sistemática dos processos é variável, que interferem na relação entre as organizações e os sujeitos que tomam decisões e realizam as ações para o uso do conhecimento, ou para a aprendizagem sugerem melhor descrição da relação sujeito e objeto (Peter e Waterman, 1997), ou seja, a condição cognitiva para que estudos posteriores possam superá-las.

A literatura sobre a gestão do conhecimento aponta que as organizações precisam desenvolver competências para promover o conhecimento e as habilidades, mais do que em passado recente, dado o nível de turbulência ambiental e a competitividade, uma vez que os desafios são simultâneos e diversificados. A defasagem do que se é e o que é preciso ser é tão grande que muitas pessoas consideram suas organizações possuidoras de conhecimento muito aquém do necessário (Pinchot, 1996).

O potencial das pessoas, neste sentido, está distribuído por toda a organização, porque as inteligências, o conhecimento e as visões também estão. Para a organização ampliar a sua competitividade, a sua qualidade, enfim a sua eficácia percebida, tanto interna quanto externamente, precisa usar a inteligência e o conhecimento pleno de seus

participantes. Krogh e Ross (1995) recomendam permitir aos participantes a descoberta plena da organização através de estimuladores ou facilitadores organizacionais, de forma a alcançar e ampliar o conhecimento através de sistemática e cuidadosa formulação de proposições enquanto processo de percepção, memória, reação, com julgamentos probabilísticos lógicos.

A literatura, também indica, segundo os autores, que os profissionais sentem-se frustrados porque seus conhecimentos não são utilizados no processo de tomada de decisões, e que acabam afetando problemas que conhecem muito bem. Essas pessoas, seja pelas suas experiências e conhecimentos, percebem decisões e ações mal conduzidas. Acabam adaptando-se a isso pelas pressões que impedem as mudanças, podendo-se citar como exemplo, a ação de dirigentes quando agem como restritores ao uso pleno do conhecimento, como se fosse impossível extrair boas decisões, ações ou idéias dos funcionários agindo. Nesse caso, as condições internas da organização, sejam essas objetivas ou subjetivas, reduzem o crescimento da vital diversidade de opinião e acabam refletindo na minimização das relações e da própria aprendizagem. O resultado do não uso pleno do conhecimento e da inteligência existente em toda a empresa, seja pela ingerência, ou pela centralização, substitui a capacidade da eficácia pelo desempenho medíocre.

Identifica-se também que o conhecimento e a inteligência são limitados pelos sistemas, processos, condições humanas e espaciais. O que reduz a troca de informações (Pozo, 1998) e de relações entre conceitos e campos organizacionais onde não se consegue usar o conhecimento e as habilidades de forma plena e efetiva no trabalho (Bulgacov, 1997).

Os processos organizacionais, tais como as relações ambientais ampliam a complexidade das administrações, dos sistemas, dos processos e das atribuições para permitir respostas adequadas às demandas globais e específicas dos mercados complexos. Isto exige amplo conhecimento e habilidades para a integração das condições administrativas definidas pelas organizações e as demandas dos mercados e dos grupos de interesses da organização, sejam esses acionistas, funcionários, clientes, fornecedores, governo e outros. Segundo Moram (1994), entende-se como conhecimento a captação, a compreensão e a expressão de todas as dimensões da realidade e a sua aplicação integral, e como habilidades o uso do conhecimento para atividades e fins específicos.

No entanto, percebe-se que os processos e os procedimentos administrativos nem sempre significam aperfeiçoamentos organizacionais, ao se considerar que estão inseridas em modelos adaptados aos condicionantes externos e internos, tais como: cultura, conceitos, estilo de gestão e conhecimento; pode-se citar o avanço da tecnologia e, por consequência, da competitividade, como exemplo, por exigirem postura de maior conhecimento para adaptação ambiental e incremento no uso dos recursos que determinam a sobrevivência da organização. Apesar de óbvio, esse processo sofre restrições desses condicionantes, assim como todas as demais áreas da organização que acabam restritas nas suas ações e posicionamentos mais efetivos.

Ao abordar a complexidade da gestão do conhecimento nas organizações, o conceito de atividade administrativa não deve restringir-se a posições meramente mecanicistas. Deve-se apoiar na condição organicista, em que a atividade é inerente ao sistema e o sistema não é um mecanismo, mas um sistema orgânico, que por sua própria natureza, é mutável, em processo contínuo de adaptação, ao contrário do mecanicismo que absorve as mudanças sem processá-las. Na visão orgânica, o que muda constantemente são os conhecimentos e as habilidades (Bulgacov, 1999). As pessoas, por intermédio da aprendizagem e do conhecimento, recriam-se, tornam-se capazes de fazer o que nunca conseguiram, adquirem uma nova visão de mundo e de suas relações, ampliam suas capacidades de criar, de fazer parte do processo generativo da vida (Senge, 1990, p.22-23; Argyris, 1996, p.79-87; Garvin, 1993).

A gestão do conhecimento, portanto, toma forma, através da pretensão de ser um conjunto de processos que administra a utilização, a disseminação e a criação do conhecimento nas organizações (Moran, 1994). O papel do trabalho aprimorado intelectualmente exige formação e ambiente de organização do trabalho, que ofereça a busca de novos conteúdos e oportunidades para o uso pleno do conhecimento existente, além de possibilitar a recriação de estratégias, normas e ações num processo contínuo de participação entre os campos de atuação estratégica e de operações.

A literatura de gestão do conhecimento sugere três dimensões para a análise do uso do conhecimento e da aprendizagem (Dogdson, 1993): primeiramente, a dimensão do homem e do conhecimento; segundo, a dimensão da tecnologia e do conhecimento, e a terceira, a dimensão do sistema organizacional. A dimensão do homem e do conhecimento está relacionada às características pessoais que se relacionam com o conhecimento, em

síntese, compreender como as pessoas utilizam o conhecimento: e aprendem. A tecnologia do conhecimento diz respeito aos recursos utilizados para o gerenciamento do conhecimento existente e em desenvolvimento. A dimensão do sistema organizacional trata do ambiente de distribuição de recursos que gerencia e, portanto, favorece ou limita o uso, a geração e o desenvolvimento do conhecimento.

Os estudos referem-se, dessa forma, à capacidade ou ao conjunto de processos e procedimentos organizacionais que mantêm ou aperfeiçoam o desempenho baseado na aquisição, na disseminação e na utilização do conhecimento, tais como experiência, escolaridade, participação, competência gerencial, entre outras. Observa-se que a gestão do conhecimento trata de conceitos integrados e enfoca o indivíduo, o grupo e a organização, podendo considerar também a abordagem multidisciplinar (Dogdson, 1993), além de permitir a abordagem econômica e a abordagem institucional da questão. A abordagem econômica trata das medidas de eficiência e de racionalização dos processos e procedimentos. A abordagem institucional tenta transpor o foco para a identificação da influência de elementos, culturais, socialmente construídos no estabelecimento das relações que se desenrolam na organização (Machado da Silva e Fonseca, 1996).

Há muito se sabe da importância do conhecimento e do talento humano como diferencial competitivo entre as pessoas. Desde as organizações mais “primitivas”, o bom produto (ou qualquer resultado) sempre esteve associado à maneira peculiar com que as pessoas faziam as coisas. Tal maneira sempre incluiu a forma de organização das equipes, o bom relacionamento entre elas e, principalmente, como transformam o conhecimento individual numa obra coletiva. Eventuais revoluções no “como fazer” decorreram da aplicação do conhecimento em associação com a experiência e a inteligência humanas.

Nos tempos altamente competitivos de hoje, não poderia ser diferente. Na verdade, com os competidores muito próximos, qualquer alternância na tecnologia pode decidir o momento do jogo. E tecnologia é, segundo os dicionários, totalidade (e aplicação) de conhecimentos.

Adicionalmente, com a evolução e o barateamento da tecnologia da informação, há um nivelamento entre os concorrentes no poder de aquisição de *hardware* e *software*. Conseqüentemente, nivela-se a capacidade instalada de cada competidor. Algo mais ou menos como algumas corridas de automóveis, em que os carros são absolutamente iguais e quem decide a competição é o braço (e a cabeça) do piloto.

Um indicador de que cresceu a percepção da importância do conhecimento nas organizações é a própria proliferação de matérias de revistas especializadas ou não, de livros publicados sobre o assunto e de palestras em seminários que tratam de gestão. Normalmente, os temas desses materiais e eventos versam sobre talento humano, inteligência competitiva, capital intelectual, engenharia do conhecimento e gestão do conhecimento. Em comum, a reafirmação da importância de uma ação sistemática facilitadora, por parte da organização, no sentido de criar, utilizar, reter e medir o seu conhecimento.

A gestão do conhecimento passa, essencialmente, pelo compartilhamento dos conhecimentos individuais para a formação do conhecimento organizacional. Sendo assim, a pessoa que detém o conhecimento é que decide se o compartilha ou não. Depende, portanto, do quanto está motivado para isso. Motivação é, dessa forma, uma questão-chave para uma bem sucedida gestão do conhecimento.

Muito do que existe hoje em termos de tecnologia da informação está vinculado à construção automatizada de registros do que se define como conhecimento explícito. São grandes “armazéns de dados” que registram a experiência da organização e, até, de terceiros, além de uma grande diversidade de dados sobre o seu ambiente interno (processos, rotinas) e externo (clientes, fornecedores, governo concorrentes). A partir dessa base, *softwares* de última geração conseguem realizar com rapidez o que o ser humano levaria muito tempo para fazê-lo: processar essa grande massa de dados e tirar dela informações relevantes para o sucesso do negócio.

A despeito dessa nítida vantagem da automação no trabalho com o conhecimento explícito, o mesmo não se pode afirmar com relação ao tácito. Sendo assim, o ambiente psicossocial da organização passa a ser um fator determinante para uma bem sucedida gestão do conhecimento.

Para Polanyi, os seres humanos adquirem conhecimentos criando e organizando ativamente suas próprias experiências. Assim, o conhecimento que pode ser expresso em palavras e números representa apenas a ponta do *iceberg* do conjunto de conhecimentos como um todo. E acrescenta: “Podemos saber mais do que podemos dizer”.

No estudo das organizações, as questões centrais, além da evolução da tecnologia da administração, recaem sobre a posse dos meios de produção, originariamente de propriedade do trabalhador (o artesão) e, posteriormente, dominadas pelas organizações.

Outro aspecto central trata da divisão de tarefas como fonte de alienação do trabalhador. As obras de Taylor (Administração Científica) e de Weber (Burocracia) evidenciam essa proposital busca da alienação do trabalhador para (santo paradoxo!) obter em contrapartida o aumento da produtividade. Certamente esta foi uma época voltada mais para as mãos do que para a cabeça do trabalhador. Mas, independentemente da racionalização do trabalho, como o conhecimento (o explícito) gerado na administração, percebe-se nessas escolas a preocupação do uso do conhecimento tácito por parte dos empregados.

Nesse capítulo foi feito um estudo bibliográfico no intuito de estudar a evolução histórica das teorias administrativas, os pensamentos estratégicos e as principais tendências de gestão organizacional, que serviram de base para propor um modelo sistêmico de gestão estratégica para institutos de P&D.

Capítulo 3

Proposta de modelo de gestão estratégica para Institutos de P&D

3.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar uma proposta de “*modelo sistêmico de gestão estratégica para os institutos de P&D*” que é a contribuição principal deste trabalho. A Figura 3.8 ilustra a visão geral do modelo proposto.

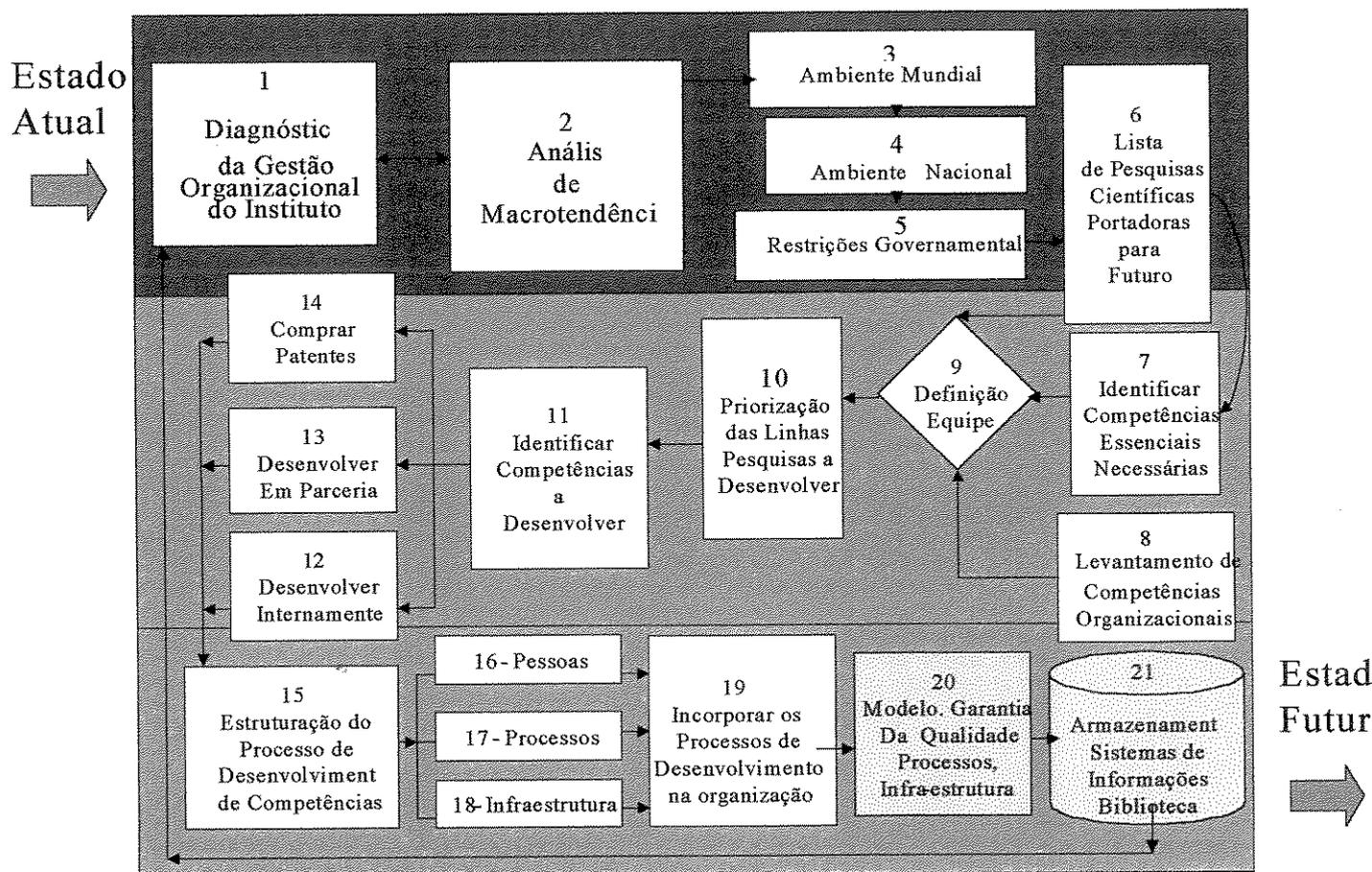


FIGURA 3.8 MODELO SISTÊMICO DE GESTÃO ESTRATÉGICO PARA P&D

O modelo geral é uma integração sistêmica dos modelos de gestão das competências essenciais nas organizações (3.3), modelo de gestão de conhecimento (3.4) e modelo de garantia da qualidade (3.5) e o controle baseado nos critérios de Prêmio Nacional da Qualidade PNQ (2005).

No presente capítulo é apresentado os três modelos auxiliares 3.3, 3.4 e 3.5 individualmente e a integração, de forma sistêmica, desses modelos no modelo geral 3.6. originando a “Proposta de Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica”. O modelo proposto pode ser aplicado a qualquer Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). A implementação de uma política de gestão estratégica em garantia da qualidade dos serviços prestados, em conhecimento fundamentado no mapeamento das competências essenciais, na determinação dos núcleos de competências a adquirir ou desenvolver no presente são conceitos fundamentais para atingir os objetivos organizacionais atuais e futuros.

Apresenta-se a seguir a estrutura deste capítulo:

3.2. Macro visão do modelo sistêmico de gestão estratégico para P&D;

3.3. Modelo de gestão das competências essenciais nas organizações;

3.4. Modelo de gestão de conhecimento;

3.5. Modelo da garantia da qualidade;

3.6. Modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D.

No item 3.2 mostra-se a visão geral de cada um dos três modelos que vão dar origem ao modelo geral, ver a (Figura 3.1), no item 3.3 apresentando a inter-relação da gestão estratégica para P&D com os modelos de gestão das competências essenciais nas organizações, O modelo de gestão de conhecimento é apresentado no item 3.4 e modelo de garantia da qualidade no item 3.5.

A integração sistêmica e a descrição detalhada dos modelos 3.3, 3.4 e 3.5 vão dar origem à **Proposta de Modelo Sistêmico de Gestão Estratégico para P&D** que será apresentado no item 3.6.

3.2. Macrovisão do modelo integrado de gestão estratégica para P&D

O objetivo principal do pensamento sistêmico do modelo integrado de gestão para os institutos de pesquisas e desenvolvimento (Figura 3.1) será o inter-relacionamento do modelo de gestão organizacional baseado nas competências essenciais, do modelo de gestão de conhecimento e, por final, do modelo de garantia da qualidade. Tornar essa integração possível, por si só, proporcionará condições para a gestão adequada dos muitos institutos no setor aeroespacial, contribuindo para sua eficácia e consecução de objetivos. Vale ressaltar que a integração desses principais conceitos, qualidade, competências

essenciais e conhecimento são algumas das mais importantes bases para apoiar a gestão dos institutos de pesquisas de P&D.

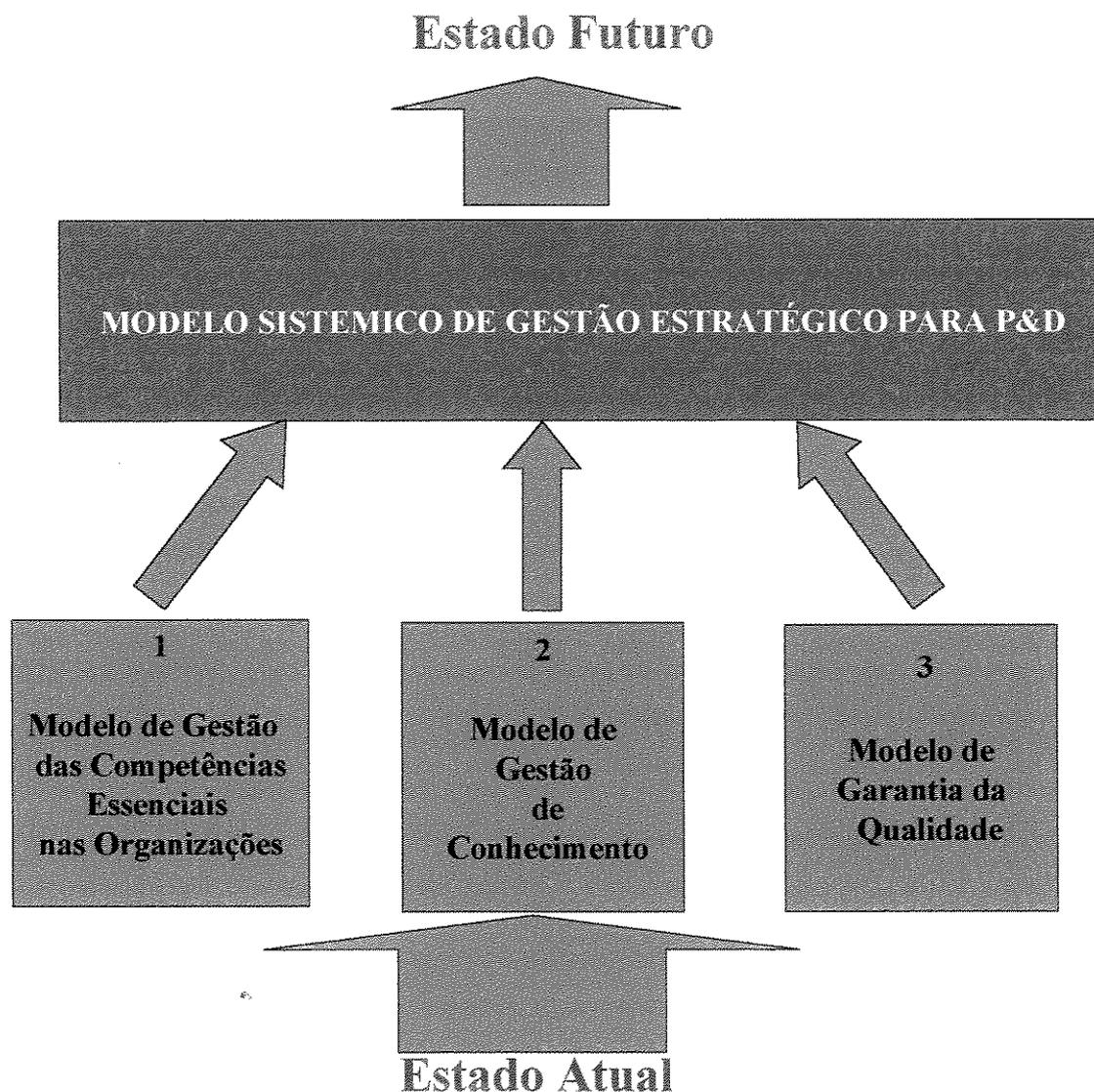


Figura 3.1 – Macro visão do pensamento sistêmico do modelo

O modelo em desenvolvimento nesse trabalho deve ser simples e eficaz, capaz de trazer retornos rápidos e significativos em curto prazo, ao mesmo tempo em que deve garantir a sobrevivência da organização no longo prazo. Para atingir essas metas, foram estudadas várias teorias de administração estratégica, porém, a pergunta é: “qual a metodologia mais adequada para aplicar aos institutos de P&D tecnológicos?”; para

responder a essa pergunta foram consultados pesquisadores do INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), CTA, UNICAMP (Universidade de Campinas), USP (Universidade de São Paulo), ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) e CUNY (City University of New York) por meio de entrevistas, objetivando descrever as dificuldades e oportunidades que os institutos P&D têm ao definir uma estratégia eficaz. Foram realizadas entrevistas individuais com chefes de departamento dos institutos citados acima, buscando o pensamento estratégico mais adequado entre os principais pensamentos estratégicos mostrados na figura 2.2. Com base nessas entrevistas e com visão no futuro, detectou-se que a estratégia das competências essenciais do Hamel G. & Prahalad C. K. (1997) é a mais adequada para o modelo proposto neste trabalho.

3.2.1 Descrição da visão macro do modelo integrado de gestão de institutos de P&D

Durante o desenvolvimento do trabalho de mestrado de Krishna Yelisetty (2001) verificou-se a importância do diagnóstico real dos índices de qualidade de serviços prestados pelos institutos, para se definir uma política estratégica de melhoria na gestão administrativa dos institutos de P&D no setor aeroespacial.

Foram desenvolvidos modelos independentes para cada um dos conceitos: (i) desenvolvimento de competências essenciais, (ii) gestão de conhecimento e (iii) garantia da qualidade. A Figura. 3.1 ilustra que o modelo geral deste trabalho vai originar-se dos três modelos citado acima.

O objetivo principal da integração dos modelos é lidar com os aspectos de priorização, capacitação e desenvolvimento de forma concomitante. Com base nos índices da qualidade e com diferentes competências, de forma a integrar várias divisões independentes em favor do sucesso do desenvolvimento dos projetos aeroespaciais, considerados de extrema importância para a agência espacial brasileira, o modelo integrado vai propor uma metodologia para aperfeiçoar a gestão estratégica das organizações de pesquisa e desenvolvimento do setor aeroespacial.

O modelo sistêmico de gestão estratégico (Figura 3.1) permite a avaliação da situação dos institutos de P&D, além de desenvolver metodologia para conduzir esse mesmo instituto para estado futuro "desejado", identificando os índices da qualidade de serviços prestados por ele e as melhorias que devem ser realizadas para atingir os níveis desejados. Através de estudos de benchmarking, o modelo vai implementar uma estratégia

baseada em competências essenciais (Prahalad & Hamel, 1997). A avaliação e o controle serão baseados nos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ, 2004).

Portanto, o modelo deve diagnosticar os índices da qualidade do instituto de P&D, através de estudo de benchmarking. Definirá um plano estratégico baseado em competências essenciais, gestão organizacional e um modelo de gestão de conhecimento para integrar as várias competências organizacionais e identificar as competências a desenvolver, para atender à demanda identificada nos estudos de prospecção do futuro e definindo o setor e áreas mais promissoras na área de pesquisa e desenvolvimento.

A estratégia definida para institutos de pesquisas e desenvolvimento, baseada em competências essenciais, deverá definir a melhor forma de articular as competências existentes no instituto, além de definir direções para desenvolver as competências necessárias no sentido de materializar as pesquisas consideradas importantes.

Resumidamente, a integração dos três modelos da garantia da qualidade, gestão organizacional baseada nas competências essenciais e um modelo eficiente de gestão de conhecimento deverá aumentar as chances de colocar os institutos de pesquisas do setor aeroespacial no estado desejado para o futuro. Nessas condições, os institutos terão melhores condições de exercer sua função principal e, em caso extremo, garantir a sua sobrevivência.

3.2.2 Resultados esperados do modelo integrado de gestão dos institutos de P&D

Como já enfatizado neste trabalho, são várias as dificuldades que os institutos de P&D enfrentam. Destacam-se: dependência do governo federal, problemas com qualificação de fornecedores, falta de verbas para treinamento dos técnicos que precisam ser capacitados constantemente para executar trabalhos de precisão aeroespacial, baixos salários, gestão organizacional inadequada, em que o poder de decisão se restringe a poucas pessoas, muitas vezes que necessitam ser capacitados na área de gestão.

Os resultados esperados do modelo sistêmico de gestão de institutos de P&D são:

- Definição da demanda de pesquisas para o futuro e sobrevivência;
- Identificação da competência organizacional e essencial do instituto;
- Desenvolvimento dos institutos com base na estratégia de competências essenciais;

- Planejamento dos recursos para adquirir competências e equipamentos com base na administração estratégica e prospecção do futuro;
- Melhoria dos serviços prestados pelas divisões e fornecedores;
- Melhoria da qualidade de vida dos funcionários motivados e qualificados para fácil adaptação de novas competências essenciais;
- Redução da perda dos funcionários qualificados;
- Aumento da satisfação no trabalho.

O modelo deverá ser entendido dentro de um contexto de “instituto expandido”, isto é, adaptando as novas tendências com a estrutura organizacional já existente e adaptando os recursos e oportunidades existentes no país e no exterior.

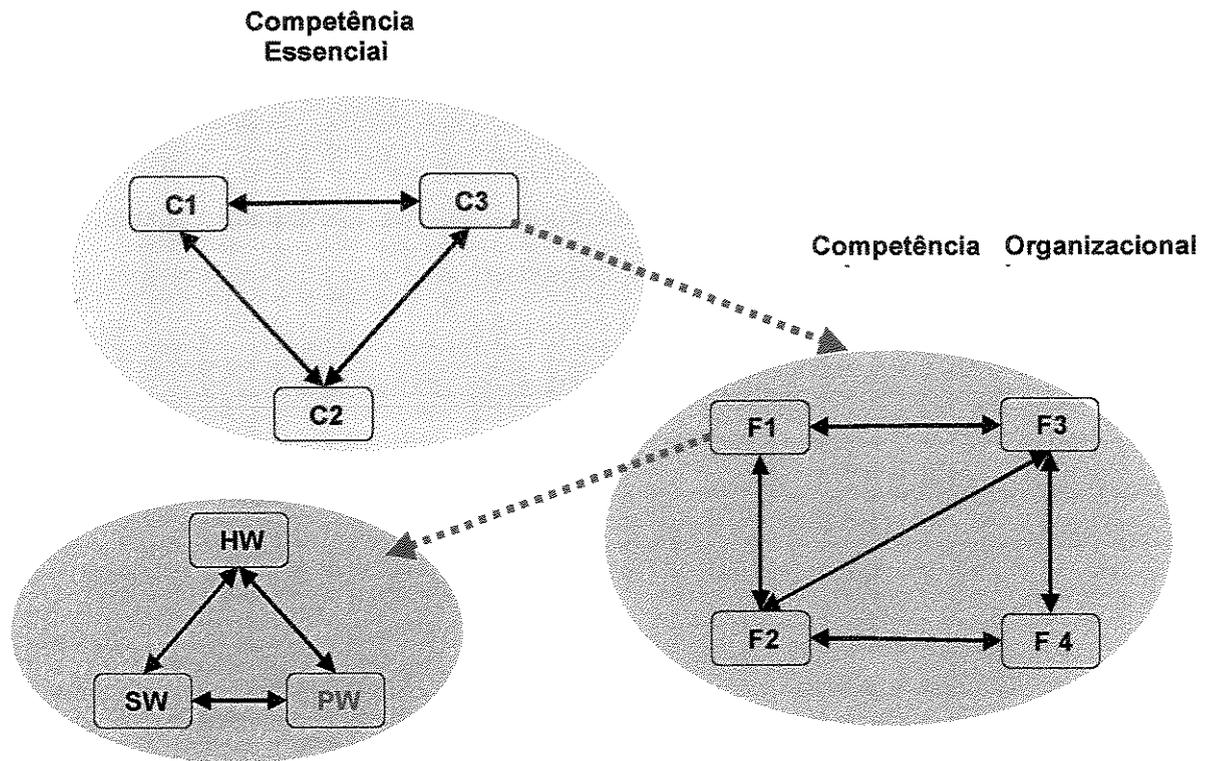
3.3 Modelo de gestão das competências essenciais nas organizações

“Não imaginar o futuro é correr o risco de ficar sem rumo. Criar o futuro é um desafio muito maior do que tentar acompanhá-lo. Tanto organizações inovadoras como seguidoras destas inovações precisam estabelecer um mapa das competências para poderem manter e desenvolver competitividade”. Hugo Nisembaum (2003).

Melhorar/criar competências essenciais pode proporcionar à organização um “diferencial competitivo” e abrir novas portas. Para os institutos de P&D, um diferencial competitivo não é conquistar uma fatia de mercado, mas a possibilidade de participar de novas pesquisas científicas/tecnológicas que serão demandadas no futuro. Portanto, entre as várias teorias estratégicas estudadas, o conceito de competências essenciais desenvolvido por Hamel e Prahalad (1997) é o mais adequado para institutos de P&D, uma vez que é necessário competir pelas capacidades e não simplesmente por produtos e serviços.

Nesse item apresenta-se um modelo conceitual de gestão das competências essenciais ou capacidades únicas (Figura 3.3) O processo de modelar começou com uma análise de macrotendências internas e externas ao Brasil, que consiste em definir uma lista de pesquisas promissoras no futuro. As pesquisas para identificar essa lista consistem em identificar junto aos principais institutos, universidades e nos periódicos nacionais e internacionais, as pesquisas consideradas estratégicas para futuro (ver Apêndice 6). A priorização das demandas (linhas de pesquisas) mais promissoras para o instituto de P&D deve se basear nas seguintes pontos:

- Diagnóstico da gestão organizacional do instituto
- Identificação das competências organizacionais existentes
- Identificação das competências essenciais para desenvolver as linhas de pesquisas.



Legenda: C1, C2 e C3 = conjunto de competências essenciais.

F1, F2 e F3 = competências organizacionais

HW = Equipamentos; SW = Procedimentos; PW = Pessoas

Figura 3.3: Aspectos básicos das competências organizacionais

Fonte: Adaptado do (Hugo Nesebaum 2002).

O entendimento básico dos conceitos de competências essenciais e competências organizacionais é de extrema importância para compreender o modelo conceitual desenvolvido nesse item. Na Figura 3.3, C1, C2 e C3 representam o conjunto de

competências essenciais, segundo Hamel e Prahalad (1997), a característica do conceito de competências essenciais é a de competir pelas capacidades, isto é, as capacidades que vão permitir as realizações das pesquisas consideradas estratégicas para o desenvolvimento do instituto de P&D em estudo. F1, F2, F3 e F4 são processos organizacionais, isto é, a integração entre os vários setores da organização envolvidos no processo de P&D. Ainda naquela figura, HW, PW e SW são elementos básicos que compõem cada setor funcional. Em resumo, as competências organizacionais estão constituídas pelo conjunto de conhecimento, habilidades, tecnologias e comportamento que uma organização possui e consegue manifestar de forma integrada na sua atuação, direcionando a sua performance e contribuindo para os resultados.

A figura 3.3 vai direcionar o plano de desenvolvimento de competências que consiste em confrontar e identificar o “gap” (*lacunas*) entre o perfil de competências organizacionais atuais e desenvolver o novo perfil para atender às demandas atuais e futuras. Com esta análise, serão definidas as novas competências essenciais a desenvolver, aprimorar as atuais ou compartilhar a pesquisa e desenvolvimento com outros institutos. O objetivo principal desse modelo é formular uma estratégia que permita implantação eficaz nos institutos de P&D, permitir o acompanhamento do desenvolvimento das competências que foram identificadas como necessárias para novos desafios e a segurança de que os fundamentos básicos do conceito de competência essencial estejam bem “instalados,” ou seja, incorporados no processo de gestão.

Neste trabalho, o que caracteriza a competência é a integração e a coordenação de um conjunto de habilidades, conhecimentos e atitudes que, na sua manifestação, produzem uma atuação diferenciada. Elas não se restringem a uma área específica, mas estão difundidas, de forma ampla, em toda a organização de P&D. As competências essenciais requerem aprendizagem organizacional coletiva, envolvimento e comprometimento com a integração necessária para as linhas de pesquisa priorizadas. Explorar as competências essenciais nos institutos do setor aeroespacial depende da capacidade que os altos escalões do governo federal têm para promover a integração, a comunicação e a cooperação entre as diversas áreas de Ciência e Tecnologia.

A construção do modelo de gestão das competências essenciais nas organizações leva a definir os caminhos e mensurar a distância a ser percorrida na busca de alcançar as competências essenciais a desenvolver, compartilhar ou adquirir . É uma forma de

visualizar o que já foi construído e o que ainda falta ser feito. Se for identificado que uma das competências essenciais precisa ser desenvolvida, cabe aos gestores definirem os objetivos estratégicos desta competência, através de uma análise de causa-efeito ao desenvolver a linha de pesquisa. Esse é um trabalho árduo e complexo, sendo necessário integrar as competências essenciais e a cultura organizacional para constituir um sistema integrado e de simples implementação.

A Figura 3.4 mostra os fatores que serão trabalhados no modelo para determinar as mudanças estratégicas do comportamento de organizações P&D.

Mudanças estratégicas do comportamento organizacional

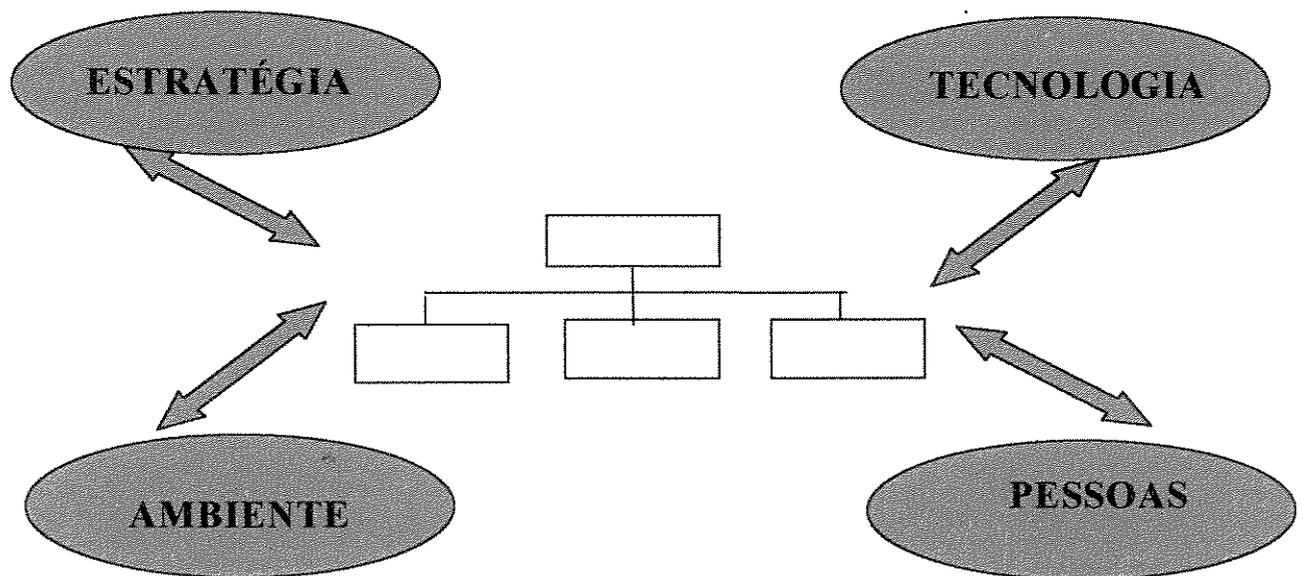


Figura 3.4: Fatores que vão determinar o modelo de organização

Fonte: Adaptação Maximiliano (2002)

A seguir, na figura 3.5, são mostradas as dez etapas a serem desenvolvidas no modelo de gestão de competências essenciais nas organizações. O modelo a seguir vai diagnosticar a gestão organizacional do instituto em estudo e priorizar as principais linhas de pesquisas a desenvolver, a análise dos pontos positivos e negativos do diagnóstico e o desenvolvimento das principais linhas pesquisas vai capacitar a organização para fazer as mudanças organizacionais necessárias e desenvolver as competências essenciais para realizar as pesquisas consideradas importantes e, assim, lançar o instituto de P&D para o futuro.

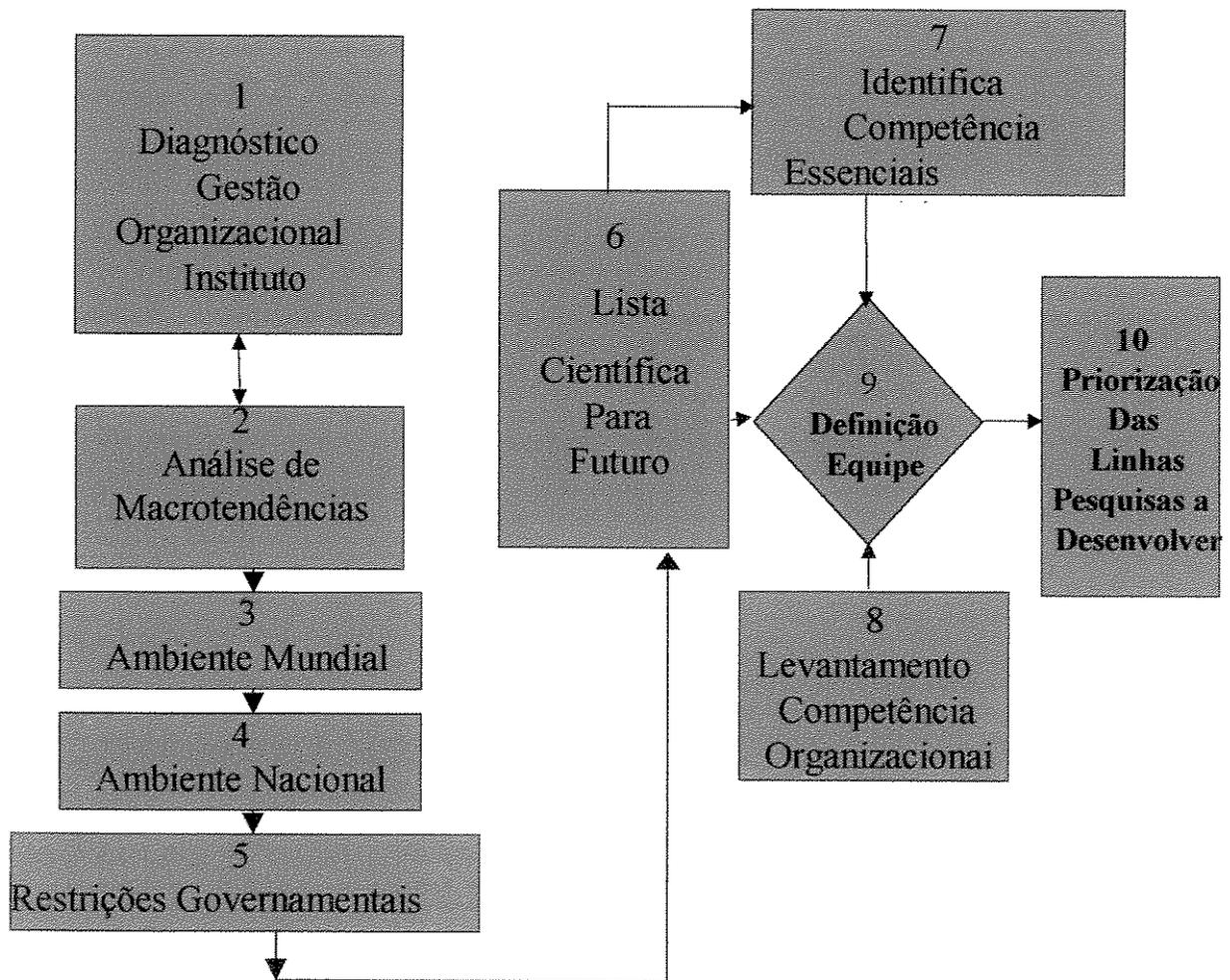


Figura 3.5 Modelo de Gestão das Competências Essenciais nas Organizações

3.3.1 Descrição das etapas do modelo de Gestão das Competências Essenciais

O objetivo deste item é apresentar as dez etapas do modelo de gestão das competências essenciais nas organizações. O modelo se sustenta em dois fatores fundamentais: realizar um diagnóstico da gestão da organização do instituto em que são levantadas as dificuldades na gestão organizacional; o segundo fator consiste em analisar as macro tendências, isto é, os principais fatores que condicionam a formação do sucesso da organização no futuro que estão mais fora do que dentro dela. Esses fatores externos alicerçam o ambiente da organização. Na etapa dois da Figura 3.5, define-se a base da prospecção para identificar as demandas do futuro do modelo. Em seguida são desenvolvidas as dez etapas.

ETAPA-1: Diagnóstico da Gestão Organizacional do Instituto

A primeira etapa um é a realização de um diagnóstico da gestão organizacional do instituto. Esse estudo se resume a realizar um estudo investigador do instituto, isto é, identificar as dificuldades na gestão organizacional. Esse trabalho deve ser realizado por uma equipe neutra formada por membros internos e externos ao instituto em estudo, A equipe formada tem que passar por um treinamento, durante o qual devem ser apresentados as principais noções de auditoria e os critérios de prêmio nacional da qualidade. Ao final, a equipe deve ser capaz de diagnosticar os principais pontos como:

- As incompatibilidades de gestão vigente no instituto
- A interação do instituto com outros centros de pesquisa
- A política de proteção da propriedade intelectual
- A política de transferência de tecnologia
- A gestão dos fatores humanos

Estes são os principais pontos para implementar as etapas seguintes do modelo. O grupo de estudo deve realizar um diagnóstico global do instituto e propor as melhorias a implementar para a alta gerência. Essas informações são armazenadas em um banco de dados e devem ser consultadas durante a implementação do modelo descrito na figura 3.5. Esse diagnóstico deve ser feito periodicamente, já que o bom andamento da gestão organizacional do instituto depende dele e o sucesso do resultado das etapas do modelo depende desse diagnóstico. O método para realizar esse diagnóstico foi baseado nos

critérios 5 “Informação e conhecimento” e 6 “Pessoas” do manual Prêmio Nacional da Qualidade, PNQ (2005).

ETAPA-2: Análise de macro tendências

Inicialmente deve ser realizada uma pesquisa com base nas teorias de prospecção para identificar as tendências mais promissoras nas áreas P&D tecnológico. Tendências são as variações no ambiente externo, lentas ou rápidas, mas persistentes, que podem afetar de forma profunda as atividades futuras dos institutos de P&D. O planejamento estratégico, baseado em competências essenciais, procura delinear os passos a serem seguidos no futuro. Os esforços em identificar tendências passam a ser uma ferramenta-chave para a determinação das rotas a serem seguidas pela organização. As técnicas tradicionais procuram prever o futuro por meio de modelos matemáticos de previsão, usando estatística de séries temporais. A aplicação dessas técnicas pouco pode ajudar na previsão das demandas dos institutos de P&D, uma vez que prospecção nesta área de P&D não é uma atividade de previsão que busca projetar os fatos, mas sim um consenso das opiniões de vários especialistas e pesquisadores para priorização das linhas de pesquisa, a partir de sucessivas rodadas de questionamentos.

Assim, a metodologia *Delphi* (Miles & Keenan, 2002) foi utilizada no modelo proposto que permite estruturar opiniões de pesquisadores dos vários institutos de P&D; é um método mais qualitativo e empírico que quantitativo, pois usa métodos de convergências de opiniões, para identificar eficazmente as demandas da etapa dez da figura 3.5. Nesse trabalho, a ação prospectiva é um exercício de possibilidades futuras, que considera os atores de um dado setor, suas alianças, suas oposições e estratégias, constituindo uma rede importante à inovação e desenvolvimento. Abre-se, a partir da prospecção, um leque de chances para absorção, criação e domínio de tecnologias. A prospecção não é uma atividade de previsão que busca desenhar os fatos mais prováveis, mas sim uma ação aberta a diferentes contextos, que desenha múltipla possibilidade e sugere estratégias diversificadas. Segundo Hamel e Prahalad (1997), “a previsão do futuro do setor precisa ser fundamentada por uma percepção detalhada das tendências nos estilos de vida, tecnologia, demografia e geopolítica, mas se baseia igualmente na imaginação, no prognóstico, para criar o futuro. Uma organização precisa primeiramente desenvolver uma representação visual e verbal poderosa da possibilidade desse futuro”. A análise de

macrotendências no modelo apresentado neste trabalho vai ser um consenso geral do grupo e priorização de temas, a partir de sucessivas rodadas de questionamentos, e explorações, usando sempre a abordagem: “como será o futuro?”.

ETAPA-3: Ambiente Mundial

A análise do ambiente mundial visa identificar demandas por conhecimento e tecnologias, que servem como um conjunto de conceitos e técnicas para a previsão do comportamento futuro de variáveis socioeconômicas, políticas e tecnológicas e vai identificar os potenciais clientes e caracterizar a sua demanda, para garantir posterior adoção e/ou assimilação nas etapas 4 e 5 da figura 3.5. O objetivo deste item é identificar as demandas dos institutos “líderes de mercado” mundial, com base nas informações via internet e visitas técnicas para confirmar as demandas identificadas.

Entende-se neste trabalho por ambiente mundial, aquele em que os fatores externos que têm impacto sobre os institutos de P&D não são mais de caráter local, mas sim capazes de provocar mudanças no desenvolvimento de todas as organizações. São estudos realizados para definir as principais linhas de pesquisas nas organizações renomadas mundialmente. O objetivo da análise é identificar prioridades de institutos de pesquisa como MIT, NASA e ESA: os enfoques-chave do macro ambiente do futuro.

Entretanto, a percepção do futuro geralmente decorre muito mais de atitudes e posturas individuais. Com estudos bibliográficos (Apêndice 6), percebe-se que as opiniões sobre o futuro podem ser diferenciadas conforme as informações, percepções ou experiências de cada um. Portanto, esse modelo (ver figura 3.5) será baseado em priorização das principais tendências nos institutos já mencionados acima. Espera-se com isso fugir da questão de que a percepção do futuro geralmente decorre muito mais de atitudes e posturas individuais.

Definir uma lista de demanda para o futuro, baseada no cenário internacional, é fundamental para atuar no mundo globalizado. Portanto, as demandas mundiais na área de P&D no modelo proposto vão funcionar como pano de fundo para as atividades futuras dos institutos de P&D no Brasil. Com isso, acredita-se que as perspectivas de crescimento e a sobrevivência da organização P&D no Brasil no futuro serão aumentadas ao adotar esse modelo.

ETAPA-4: Ambiente Nacional

O objetivo principal da análise ambiental, em nível nacional, é verificar a real capacidade de realizar as demandas identificadas no item anterior, isto é, tecnologias emergentes do ambiente mundial, e identificar, junto a pesquisadores nacionais, a real capacidade de desenvolver essas demandas. Será realizado então um trabalho de construção de cenários baseado nas opiniões de especialistas do MCT, FAB e Marinha. Assim, cabe ressaltar que opiniões de especialistas são fundamentais para a ordenação das tecnologias emergentes e possíveis de serem desenvolvidas no Brasil. O princípio do método, para definir as demandas do futuro, é baseado em (a) consenso geral do grupo de pesquisadores consultados e (b) a priorização de temas das tecnologias emergentes. Isto deve ser conseguido através de sucessivas rodadas de questionamento, explorando sempre a abordagem “como será o futuro”. Propõe-se a realização de entrevistas individuais para coleta das opiniões de cada especialista e, em um segundo momento, uma reunião com todos para ordenação e priorização visando consenso.

ETAPA-5: Restrições Governamentais

Depois de realizada a análise de tendências mundiais futuras e verificada a capacidade de desenvolver a demanda priorizada em nível internacional, deve-se atentar para as prioridades governamentais que atuam como restrições na definição das linhas de pesquisas demandadas. O objetivo desse item, como será no modelo de garantia de qualidade, é fazer um estudo de viabilidade das demandas junto às “normas” governamentais para realizar, com maior facilidade (mais apoio, menos restrições), o desenvolvimento das principais tecnologias que serão priorizadas nos itens posteriores.

3.3.2 Identificação e priorização das demandas

A ETAPA-6 (Figura 3.5) prioriza as demandas identificadas por macrotendências no ambiente mundial e nacional. Será utilizada a metodologia *Delphi* (Miles & Keenan, 2002) que permite estruturar opiniões de especialistas, tendo como resultado um consenso geral do grupo e a priorização de temas. Como a metodologia *Delphi* é intuitiva e interativa, vai implicar a constituição de um grupo de especialistas em determinada área de conhecimento, que responde a uma série de questões. Os resultados dessa primeira fase são analisados e a síntese dos resultados é comunicada aos membros do grupo, que, após tomarem

conhecimento, respondem novamente o mesmo questionário. As interações se sucedem até que haja um consenso total ou parcial.

3.3.3 Avaliação das competências organizacionais

Na ETAPA-8 (figura 3.5) serão avaliadas as competências organizacionais existentes. As competências organizacionais estão constituídas pelo conjunto de conhecimentos, habilidades, técnicas e comportamentos que a instituição possui e consegue manifestar de forma integrada na sua atuação, impactando a sua performance e contribuindo para os resultados (Nidembaum, 2001).

Entre as competências organizacionais, deve-se diferenciar as básicas das essenciais. Nessa etapa do modelo é necessário avaliar as competências básicas.

As competências básicas são as capacidades que a instituição precisa ter para trabalhar pré - requisitos fundamentais para administrar o desenvolvimento das demandas prioritizadas. Representa as condições necessárias para a organização se lançar no futuro. As competências essenciais (ver figura 3.3) e a sua identificação serão tratadas no próximo item.

O importante ao avaliar competências organizacionais para uma determinada demanda é a capacidade de visualizar o conhecimento necessário para desenvolver a demanda. Nessa etapa do modelo, é necessário tomar muito cuidado ao especificar os recursos humanos (capital intelectual), processos e infra-estrutura necessários.

Avaliar a competência organizacional é poder concentrar esforços para levantar as competências necessárias e identificar as já existentes na instituição. Realizado esse trabalho, basta agora identificar as competências que devem ser desenvolvidas, adquiridas ou compartilhadas. Esse assunto será tratado no próximo item.

3.3.4 Identificação das Competências Essenciais

Como foi dito no desenvolvimento do item anterior, o objetivo principal da ETAPA 7, (Figura 3.5) é identificar as competências essenciais necessárias. Uma característica do conceito de competência essencial é a criação pró-ativa de competências, ou seja, buscam-se capacidades que são necessárias para poder competir no futuro e não só das carências ou deficiências que existem no presente.

Aprendizagem organizacional é um processo pelo qual a instituição identifica e busca realizar as mudanças qualitativas desejáveis. Isso envolve tanto as competências organizacionais quanto as competências essenciais.

A definição da aspiração estratégica e a identificação das competências organizacionais existentes permitem delinear, de forma clara, as ações de aprendizagem necessárias das instituições de P&D.

Essas ações de aprendizagem devem ser integradas dentro de um processo de educação corporativa dos institutos de P&D do setor aeroespacial. Esse processo tem como objetivo orientar e direcionar todas as ações de educação, respondendo às necessidades de curto, médio e longo prazo.

Para finalizar o desenvolvimento do modelo de gestão e comportamento organizacional baseado nas competências essenciais, com definição das demandas, é necessário assegurar o estabelecimento de um processo de educação continuada em resposta às necessidades estratégicas e a implantação de soluções como das universidades e institutos corporativos, muito difundido nos Estados Unidos (MIT Technology Review, Fevereiro 2003). Elas têm entre os seus principais objetivos o desenvolvimento de competências tanto organizacionais quanto essenciais.

3.3.5 Definição das Demandas

Finalmente, nas ETAPA 9 e ETAPA-10, são definidas os critérios de definição da equipe que vai definir as demandas para o futuro dos institutos de P&D. O objetivo principal desse modelo é a simplicidade na aplicação e facilidade de acesso às informações necessárias baseado no próprio capital intelectual existente no instituto.

Na ETAPA-9 vai ser definida a equipe para a priorização das linhas de pesquisas a serem desenvolvidas. Para compor essa equipe devem ser convidados pesquisadores do próprio “capital intelectual” da organização, trazendo consigo maturidade e conhecimento da cultura organizacional. São apresentados a seguir alguns critérios para selecionar os participantes da equipe:

- Ter, no mínimo, título de mestre na área que atua
- Experiência, no mínimo, de cinco anos no setor que trabalha
- Vivência nos projetos e processos já desenvolvidos pela organização
- Conhecimento e visão estratégica dos projetos para futuro na sua área de atuação

- Convivência com organizações de pesquisas no exterior e no Brasil
- Ter trabalhos publicados em revistas internacionais na área de atuação.

Devem ser escolhidos pelo menos dois profissionais das principais divisões que formam o “capital intelectual” da organização. Dentre os pontos mais importantes na definição dessa equipe devem ser levados em conta principalmente a maturidade do profissional e as atividades e relacionamento que tem no exterior. Todo esse cuidado é necessário para identificar as demandas mais cabíveis e promissoras para a organização no futuro.

Uma forma de concretizar o modelo baseado nas competências essenciais desse trabalho é identificar o *gap* entre as competências organizacionais atuais e a desenvolver, adquirir ou compartilhar, para atender as demandas futuras.

Para ter sucesso na implantação desse modelo é necessário formular, da melhor maneira possível, a agenda estratégica que permita acompanhar a implantação e ‘medir’ a aquisição das competências que foram classificadas como necessárias para os novos desafios, e assegurar-se de que as básicas estejam bem “instaladas”.

3.4 Modelo de gestão de conhecimento

O que uma organização coletivamente sabe, a eficiência com que ela usa este conhecimento e a prontidão com que ela adquire e usa novos conhecimentos caracterizam a única vantagem sustentável que a organização possui. Um instituto de P&D tem na geração/aperfeiçoamento de tecnologias a sua principal atividade. Sua atuação na sociedade é desenvolver projetos e prestar serviços com alto valor agregado, que dependem fundamentalmente do conhecimento, estratégia e qualidade, que são a base sustentável para sua continuidade.

A questão fundamental do modelo de gestão de conhecimento neste trabalho é de que forma cultivar a inteligência das pessoas e aplicá-la eficientemente no desenvolvimento das linhas de pesquisas priorizadas na etapa dez do modelo anterior (ver figura 3.5), e assim aumentar o potencial de longevidade das instituições de P&D. O modelo de gestão de conhecimento (ver figura 3.6) é o centro de operação dos institutos, devendo estes ser entendidos como estruturas de conhecimento. Este entendimento leva os institutos de P&D a reconhecer, explicitamente, que o seu capital intelectual é fonte essencial de continuidade/existência e que assim deve ser gerido de forma sistêmica.

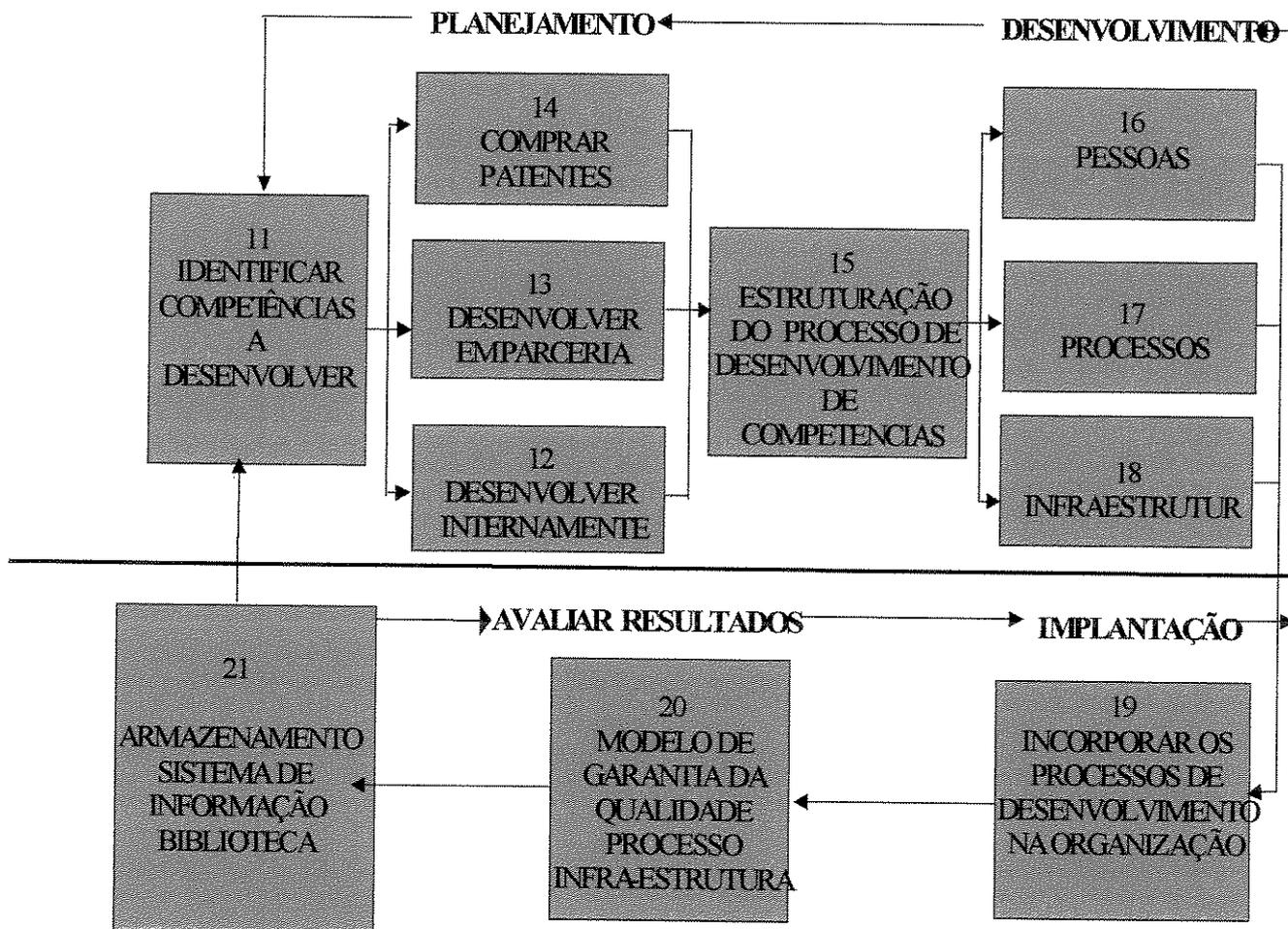


Figura 3.6 Modelo de Gestão de Conhecimento

O modelo de gestão de conhecimento apresentado neste trabalho (ver figura 3.6) é um processo de planejar, desenvolver, implantar e avaliar o desenvolvimento das linhas de pesquisas a desenvolver identificadas como promissoras na etapa dez da figura 3.5. Após identificar as competências essenciais a desenvolver etapa 11 da figura 3.6, o planejamento da organização se volta para decidir se vai desenvolver internamente à própria organização, em parceria com outras organizações, ou irá comprar patentes. A seguir são apresentados os itens que vão integrar o modelo de gestão de conhecimento.

3.4.1 Planejamento estratégico para desenvolver competências essenciais (itens 11, 12,13,14 e 15 da figura 3.6)

O início do modelo de gestão de conhecimento está diretamente ligado com a identificação das linhas de pesquisas a serem desenvolvidas, com base no portfólio de “demandas” definido pelo modelo de gestão organizacional baseado nas competências essenciais (ver figura 3.5). Uma vez definida a “demanda”, o modelo de gestão de conhecimento se inicia com a identificação das competências a desenvolver (ver item 11 da figura 3.6). Logo após a identificação, inicia-se o planejamento estratégico do desenvolvimento das competências essenciais a desenvolver (ver itens 11,12,13,14 e 15 da figura 3.6), isto é, identificação das competências necessárias para realizar e materializar a pesquisa em projetos, verificar as competências já existentes na organização para realizar a pesquisa e as competências a serem desenvolvidas. Essa apuração e identificação das competências a serem desenvolvidas se constituem no ponto mais importante do modelo, porque são essas competências que vão tornar as organizações capacitadas e difíceis de serem copiadas ou substituídas no futuro.

A identificação e o processo de desenvolvimento da competência essencial devem ser planejados pela alta administração do instituto, com base na experiência adquirida ao longo da existência da organização. É de extrema importância definir com clareza quais as competências que serão desenvolvidas internamente nas organizações, adquiridas externamente ou desenvolvidas em parceria com outros institutos de pesquisa no país ou no exterior conforme a necessidade. No próximo item serão descritos detalhes relatando o desenvolvimento das competências essenciais relativo aos itens 12,13 e 14 da figura 3.6.

3.4.2 Seleção de alternativas de execução dos projetos de pesquisas (itens 12, 13 e 14 da figura 3.6).

O objetivo deste item é descrever os grandes passos e fases para seleção e implantação das principais linhas de pesquisas identificadas no modelo apresentado na Figura 3.5. Inicialmente, a alta administração da organização deverá definir os passos e atividades para implantação de um planejamento estratégico, que consiste em identificar as competências que precisam ser desenvolvidas (item 11 da figura 3.6). O desenvolvimento das competências necessárias pode ser visto nos itens 12,13 e 14 da figura 3.6:

Item 12: **Desenvolver Internamente:** com pequeno esforço para a organização, isto é, adaptar/melhorar competências já existentes para satisfazer as necessidades de desenvolver nova linha de pesquisa definir/priorizar tecnologia que a organização defina como chave e que precisa dominar.

Item 13: **Desenvolver em Parceria:** em alguns casos, o desenvolvimento de novas tecnologias pode exigir muito esforço de pesquisa e isto torna a materialização do projeto inviável. Nesses casos, pode ser mais eficaz identificar outras organizações com competências necessárias em nível nacional, ou até acordos internacionais para tornar viáveis, através de parcerias, os projetos considerados importantes para organização. As parcerias podem ser entre os institutos de pesquisas, universidade ou até contratos internacionais com países possuidores das competências essenciais, para desenvolver projetos específicos em que fatores como a qualificação humana, equipamentos e outros recursos sejam limitantes.

Item 14: **Comprar Patentes:** muitas vezes deve-se optar por comprar conhecimento para tornar muitos projetos viáveis, já que desenvolver ou reinventar torna muitos desenvolvimentos inviáveis, comprometendo a sobrevivência do instituto. Hoje se pode notar o esforço de muitos países em se unirem para se manterem competitivos em tecnologias consideradas globais e essenciais.

3.4.3 Estruturar os processos de desenvolvimento das competências (itens 16,17 e 18 da figura 3.6)

A fase de planejamento e seleção de alternativas das competências essenciais neste modelo se limita à identificação de como alcançar essas competências consideradas vitais para materializar as linhas de pesquisas, consideradas estratégicas, para sobrevivência dos institutos.

Para transformar uma linha de pesquisa em um “produto” é necessário desenvolver as competências essenciais em uma estruturação do processo de desenvolvimento de competências organizacionais que envolvem pessoas, processos e equipamentos (itens 16,17 e 18 da figura 3.6):

- **Pessoas (item 16):** capacitação de pessoas qualificadas com níveis aceitáveis de qualidade, o que exige parcerias de “fornecedores” em nível nacional e no exterior, dependendo da tecnologia a ser desenvolvida. Portanto, é necessário definir as habilidades e capacitação dos pesquisadores da organização de forma organizada para identificar e adaptar, da melhor forma possível, as necessidades de pessoal com pouco esforço, identificando o “melhor” perfil profissional para ser desenvolvido, visando uma nova necessidade essencial.
- **Processos (item 17):** como se sabe, para tornar uma linha de pesquisa em um “produto” acabado, ser útil para a sociedade e tornar a instituição que a desenvolveu “competitiva” no cenário mundial, é necessário um conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam a linha de pesquisa (entrada) em produto (saída). Isso só é possível se a organização tiver competência e experiência acumuladas (tradição) para desenvolver processos e fornecedores qualificados para desenvolver serviços, materiais, procedimentos, informações e ter conhecimentos tangíveis (montagem ou matérias processadas) ou intangíveis (conhecimento ou conceitos) ou a combinação dos dois. Um processo é dado como realizado quando há uma geração efetiva de um benefício, de um serviço, de um produto ou de um atendimento para o público alvo, ou agregando alguma forma de valor organizacional.

Para desenvolver os processos que transformam uma linha de pesquisa em aplicação comercial, é necessário planejar, desenvolver e controlar os principais processos no gerenciamento de um projeto de pesquisa. Todo desenvolvimento de um processo novo de pesquisa é temporário e único, possui escopo, tempo, custo, é executado por pessoas e sempre restringido por recursos limitados. Por isso, a alta gerência dos institutos de P&D deve utilizar o conhecimento, habilidades e técnicas que a organização possui, de uma forma eficaz para

planejamento, execução e controle das atividades de desenvolvimento do projeto e assim garantir o sucesso e a sobrevivência dos institutos de P&D.

- **Infra-estrutura (item18):** São ferramentas necessárias para transformar processos em produto, isto é, máquinas, equipamentos, tecnologias de ponta para usinagem e manuseio, transporte, instalações elétricas, hidráulicas, utilidades e de segurança, redes de intranet, extranet e internet. São recursos tecnológicos modernos para realizar tarefas de alto grau de precisão.

Os recursos financeiros para transformar um “processo de pesquisa” em “produto” são sempre restritos. São muitas as dificuldades ao adquirir os novos equipamentos, que são essenciais para desenvolvimento da pesquisa, pois custam caro e são difíceis de desenvolver em nível nacional, uma vez que são de alta tecnologia. Muitas vezes, essas dificuldades levam a organização a fazer adaptações dos equipamentos que possui, e isso exige profissionais e conhecimento específico, o que torna muito difícil o aproveitamento dos benefícios das pesquisas desenvolvidas pela sociedade. Os institutos devem zelar por uma boa política externa, principalmente com as nações tecnologicamente mais desenvolvidas, para aquisição do equipamento necessário para desenvolvimento das pesquisas; a política e a definição das demandas que vão ser escolhidas pela alta gerência dos institutos de P&D devem sempre considerar o bom uso da pesquisa para a humanidade. Só assim há apoio e colaboração dos institutos de pesquisas que dominam as tecnologias e equipamentos em nível mundial.

3.4.4 Implantação (item 19 da figura 3.6)

Para a implantação dos processos de desenvolvimento na organização, o gestor deve atuar como um facilitador, disponibilizando recursos e resolvendo situações que extrapolem a autoridade dos seus subordinados. Para implantar o item 19 do modelo (ver figura 3.6), o gestor ou a alta cúpula devem considerar toda a organização, compartilhando recursos de todos os tipos e buscando o bem geral (uso otimizado) e não apenas de um setor ou departamento. Portanto, se um pesquisador congrega os atributos necessários para um determinado projeto ou tarefa em um outro setor, ele deve ser aproveitado para bom

desempenho da organização. Implantar com sucesso esse modelo se resume em identificar competências essenciais da organização e quem são as pessoas chave para este processo; e isso também passa a ser atribuição do gestor. Conhecer os recursos que são, além de geradores de produtos e serviços, responsáveis pela geração de valor é vital para a política de recursos humanos do instituto. Para implementar com sucesso esse modelo, o gestor não deve perder de vista que o objetivo principal do instituto é ser eficaz e eficiente em identificar, planejar e desenvolver competências essenciais. Ao aplicar esse modelo, o gestor deve ter em mente que o conhecimento deve ser o meio para atingir os objetivos estratégicos da organização e não um fim em si mesmo. O desenvolvimento de uma competência organizacional deve ser gerido como projeto.

3.4.5 Avaliação dos resultados (itens 20 e 21 da figura 3.6)

A avaliação dos resultados no modelo consiste em executar as etapas 20 e 21, isso é, aplicar o modelo de garantia da qualidade (ver item 3.5) e armazenamento (sistema de informações nas bibliotecas). A alta gerência passa a desempenhar um papel de apoio, facilitando as situações e centralizando o conhecimento sobre quem são as pessoas de referência em cada uma das áreas de atuação chaves da organização. Cabe à alta gerência ainda, identificar as competências essenciais da organização e das pessoas com quem convive, divulgando e compartilhando recursos, sempre que isso se fizer necessário. O foco não deve ser dirigido a setores ou pedaços da organização mas para ela como um todo.

Este modelo tem como propósito definir um conjunto de indicadores de desempenho da qualidade, bem como avaliar sua prática de gestão, segundo os Critérios de Excelência do Premio Nacional da Qualidade (PNQ 2005), o qual vai ser desenvolvido no item 3.5 Modelo de garantia da qualidade.

O modelo só terá sucesso se for criado um banco de dados onde serão armazenadas todas as competências essenciais da organização e um sistema de consulta on-line para todos os institutos de P&D. Este banco dará agilidade de resposta para definir e desenvolvimento as novas competências para realizar as demanda (linhas de pesquisas) para futuro.

3.5 Modelo de garantia da qualidade

O modelo de garantia da qualidade é fundamental para diagnosticar a qualidade de serviços prestados pela organização de pesquisa e identificar as principais melhorias a serem implementadas no instituto, como foi mostrado no item 20 da figura 3.6. Atualmente, os critérios da qualidade em âmbito internacional passaram a ser uma exigência para qualquer organização, mesmo para aquelas que fazem desenvolvimento tecnológico. Com padrões de qualidade previamente definidos, há menos condições de usar a qualidade como um elemento de diferenciação entre as organizações. Por isso, o modelo de garantia da qualidade é essencial para as organizações P&D que quiserem se manter contribuindo eficazmente no mercado mundial. Em outras palavras, um bom sistema de gestão da qualidade (procedimentos, sistemas de medida e capacidade de atuação do processo) é condição básica e necessária para a integração e manutenção do desempenho dos modelos propostos na figura 3.6.

A proposta do modelo de gestão da qualidade do setor aeroespacial foi desenvolvida por Krishna (2001); esse modelo consiste na definição dos critérios de qualidade baseados no PNQ (Prêmio Nacional da Qualidade), ISO 9000 e metodologia de benchmarking. A mesma abordagem vai ser adotada para o modelo de garantia da qualidade do item 20 da figura 3.6. A seguir nos itens 3.5.1 e 3.5.2 é descrito de forma resumida o modelo de garantia da qualidade e maiores detalhes podem ser verificados no trabalho de Krishna(2001).

3.5.1 Plano de benchmarking X níveis da qualidade

Este item tem como objetivo estruturar e planejar o processo de benchmarking, usando como referenciais de excelência algumas organizações de reconhecida competência no que se refere à qualidade de serviços prestados.

O benchmarking não é um conceito novo, porém uma elaboração das técnicas de avaliação competitiva nascida nos anos 50 (Camp,R.1993). Até então, a coleta de informações realizada pelo setor de inteligência competitiva focalizava apenas a medição de resultados finais ou de itens acabados. Através do benchmarking, o foco passou a voltar-se para questões de processo. A análise não se limitava ao que a outra organização

produzia, mas como realizava cada etapa do processo, observando inclusive o suporte dado a um produto ou serviço.

O objetivo deste item é desenvolver um plano de benchmarking para melhorar a gestão de processos relativos a projetos de pesquisa, gestão de processo de apoio dos pesquisadores e gestão de processos relativos aos fornecedores nos institutos de P&D.

No Prêmio Nacional da Qualidade está destacado o seguinte: “Descrever os processos, fontes e abrangência atuais e uso de dados e informações para comparações com a concorrência e com referenciais de excelência para apoiar a melhoria da qualidade e do desempenho operacional da empresa” (PNQ, 2005).

A ênfase em processos e comparações de resultados estimularam profundo interesse das organizações na questão do benchmarking, principalmente por parte das empresas interessadas no Prêmio Nacional da Qualidade.

A metodologia benchmarking consiste em um processo sistemático de avaliação e comparação de produtos, serviços e processos de trabalho de organizações que utilizam as melhores técnicas, com a finalidade de obter vantagem competitiva. Dessa maneira, pode-se posicionar a organização em relação ao mercado, identificando-se lacunas de desempenho estabelecendo pró-ativamente projetos de melhoria.

O estudo de benchmarking foi definido como sendo um plano para colher as melhores práticas das organizações de excelência, e assim diagnosticar e melhorar a qualidade de serviços prestados pelas organizações de P&D para a sociedade. A concepção da metodologia para diagnosticar e melhorar a qualidade de serviços e processos dos institutos de P&D será desenvolvida nos itens a seguir:

- Seleção das empresas de melhores práticas,
- Definição do plano de benchmarking,
- Coleta de dados nas entrevistas
- Resultados esperados do plano de benchmarking.

Procurou-se aplicar os resultados desse trabalho de benchmarking à realidade dos institutos de P&D como um enfoque estratégico, enfatizando sua utilização para melhorar a qualidade na área de prestação de serviços, e desenvolver novas pesquisas, que foram

definidas com base nas teorias de prospecção no modelo de gestão das competências essenciais nas organizações (item 3.3).

- **Seleção das empresas de melhores práticas**

Para selecionar as empresas de melhores práticas, são analisados os seguintes pontos (Krishna, 2001).

- a) Devem ser empresas de excelência no setor aeroespacial;
- b) Devem desenvolver projetos similares àquele em estudo pelo instituto;
- c) Têm de participar de licitação;
- d) Têm fábrica sob encomenda;
- e) Devem ter envolvimento com o governo federal.

A primeira etapa no desenvolvimento de um plano de benchmarking é a identificação das empresas que podem fornecer as informações necessárias. Nesse trabalho, os pontos citados acima foram considerados importantes para a escolha dos parceiros, para realizar o trabalho de benchmarking.

Inicialmente foram estudadas várias empresas no Vale do Paraíba e na Grande São Paulo, onde estão concentradas as indústrias do setor aeroespacial, sendo definidas as seguintes:

1. EMBRAER,
2. HELIBRÁS,
3. MECTRON ENGENHARIA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA,
4. CENTRO TECNOLÓGICO DA MARINHA EM SÃO PAULO.

As empresas escolhidas têm muitos pontos em comum e trabalham com projetos similares. Os projetos escolhidos para realizar o estudo de benchmarking foram:

- Embraer – projeto AEW (145);
- Helibrás – Projeto Esquilo;
- Mectron – Projeto Piranha;

- **Definição do plano de benchmarking**

O primeiro passo para um bom plano de benchmarking consiste em definir com exatidão o foco do trabalho. O segundo passo é a coleta de dados, e o terceiro, a identificação das melhores práticas e comparação com o status atual do sistema adotado pela organização em estudo. A figura 3.2 mostra o plano de benchmarking adotado nesse trabalho e como exemplo o (CTA/IAE) utilizado como organização de P&D.

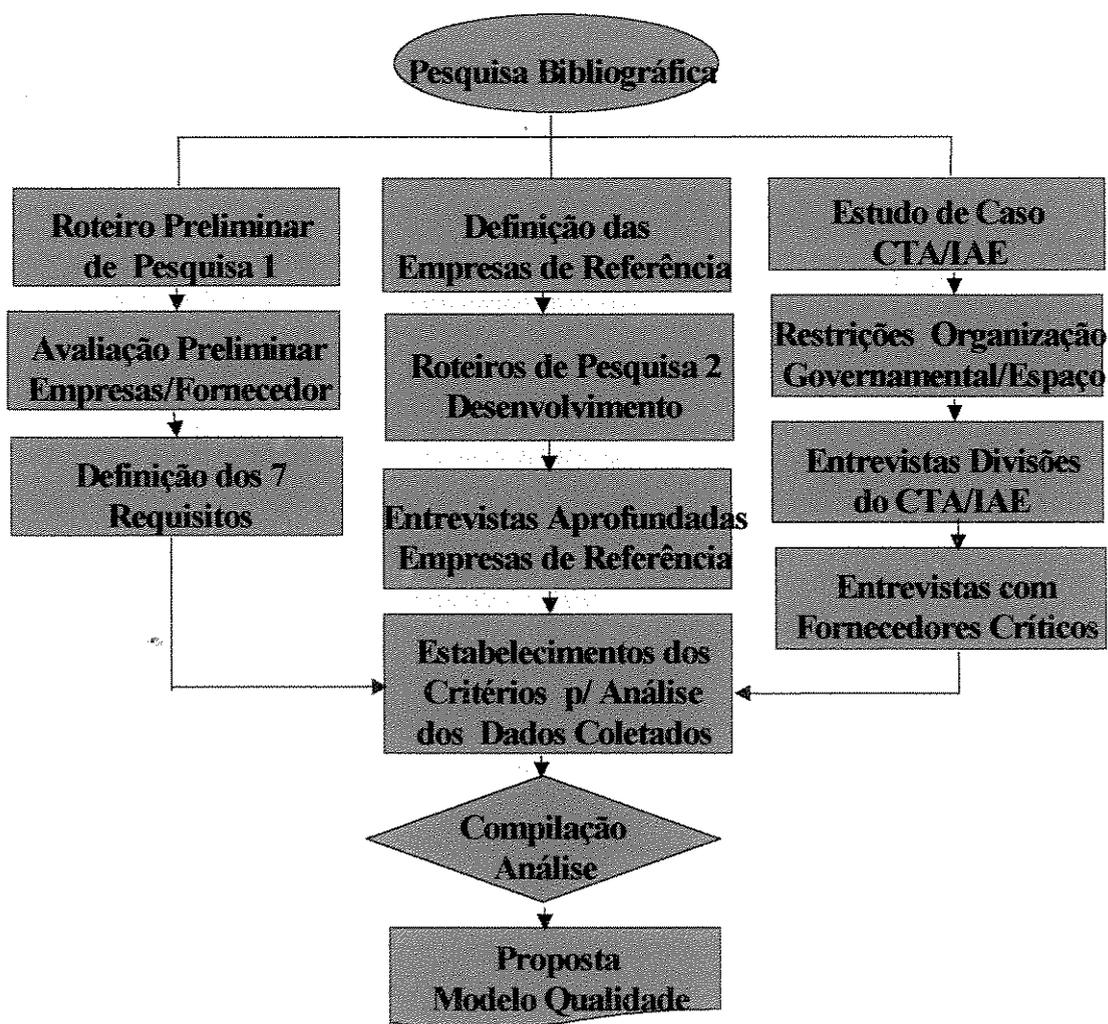


Figura 3.2 – Plano de benchmarking (adaptado de Krishna, 2001)

A compilação e análise das pesquisas do plano de benchmarking serão quantificadas e classificadas em quatro categorias: baixa capacitação, mínima capacitação, média capacitação e excelente capacitação.

No CTA/IAE foram escolhidas, pela resposta aos roteiros da Figura 3.2, as divisões que estavam diretamente ligadas com o projeto VLS, sendo entrevistados funcionários chave que podem diagnosticar o comprometimento da qualidade do projeto. Os fornecedores considerados críticos foram também entrevistados a fim de levantar os pontos fracos. O estudo comparativo entre as empresas de excelência, o CTA/IAE e os fornecedores críticos será mostrado no capítulo 4.

- **Coleta de dados nas entrevistas**

Nesse item são descritos os procedimentos para realizar as entrevistas do plano de benchmarking descrito na figura 3.7. São ações tais como: contatos com os entrevistados, coleta e documentação das informações para análise, informações dos entrevistados, critérios para definir o entrevistado, o processo de encaminhamento dos roteiros, o conteúdo das entrevistas e os pontos que motivaram os entrevistados a participar nesse estudo de benchmarking.

Na metodologia benchmarking é importante a escolha dos entrevistados. A qualidade dos resultados obtidos desse estudo está diretamente ligada à competência dos entrevistados e ao interesse e à motivação desses parceiros em fornecer as informações desejadas. Para tornar esse estudo de benchmarking eficiente, foram estabelecidos vários pontos importantes para definir o perfil dos participantes das entrevistas, quais sejam:

- Gerência na área de qualidade;
- Bom conhecimento dos projetos aeroespaciais;
- Capacidade de liderança e autoridade para conduzir as entrevistas com eficiência;
- Autoridade para fornecer informações necessárias e precisas;
- Pelo menos cinco anos de experiência na empresa;
- Boa compreensão das normas NBR ISO 9000 e aplicação dos conceitos,
- Participação ativa na política de qualificação dos fornecedores da empresa,
- Interesse em trabalhos acadêmicos junto a universidades;
- Visão global no setor aeroespacial e interesse em melhorar a qualidade do setor.

Assim, para definir os nomes dos entrevistados com o perfil acima, foram consultados vários pesquisadores da Agência Espacial (AEB), responsável pela política espacial brasileira; professores acadêmicos da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP); Universidade de Campinas (UNICAMP); Universidade de São Paulo (USP); Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA); empresas de consultoria na área de qualidade; Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), órgão responsável pela homologação das aeronaves; Fundação Vanzolini; Associação Valeparaibana de Controle da Qualidade (AVCQ); e os próprios funcionários - chave das empresas escolhidas para fazer o estudo.

As várias etapas percorridas durante a coleta de dados podem ser vistas no macrofluxo do planejamento das entrevistas da figura 3.7. Nesse fluxo as atividades foram ordenadas de uma forma cronológica, desde a etapa 1-definição dos nomes dos entrevistados- até a coleta e análise dos dados, e os resultados finais.

Na etapa 1 foram definidos os nomes dos entrevistados nas empresas de referência, levando em conta os pontos já descritos.

Na etapa 2 foi feito contato telefônico com cada um dos entrevistados, explicando o objetivo e o interesse do instituto em tê-los como parceiros no estudo. Procurou-se mostrar a importância do desenvolvimento dos projetos do IAE e o possível repasse desses para empresas privadas para manufaturar e vender no futuro. Após convencer o entrevistado, foi combinado que seria enviado um roteiro de pesquisa com os 7 requisitos de qualidade (item 3.3), que deveria ser respondido e enviado de volta para o solicitante.

Na etapa 3 foram enviados aos entrevistados uma carta de apresentação, o formulário de dados do entrevistado e o primeiro roteiro de pesquisa. Os formulários e a carta de apresentação foram via e-mail. Ficou combinado que, após 3 dias, entrar-se-ia em contato para sanar possíveis dúvidas para responder o roteiro.

Na etapa 4 foi feito contato telefônico com os entrevistados que receberam o roteiro para verificar as possíveis dificuldades e sanar as dúvidas. Foi explicado para cada um deles a importância das informações no estudo e pedido autenticidade ao responder o roteiro.

Na etapa 5 foram documentadas as informações enviadas para análise. Após análise, decidiu-se pela realização de entrevistas mais aprofundadas para verificar como implantar os 7 requisitos com eficiência.

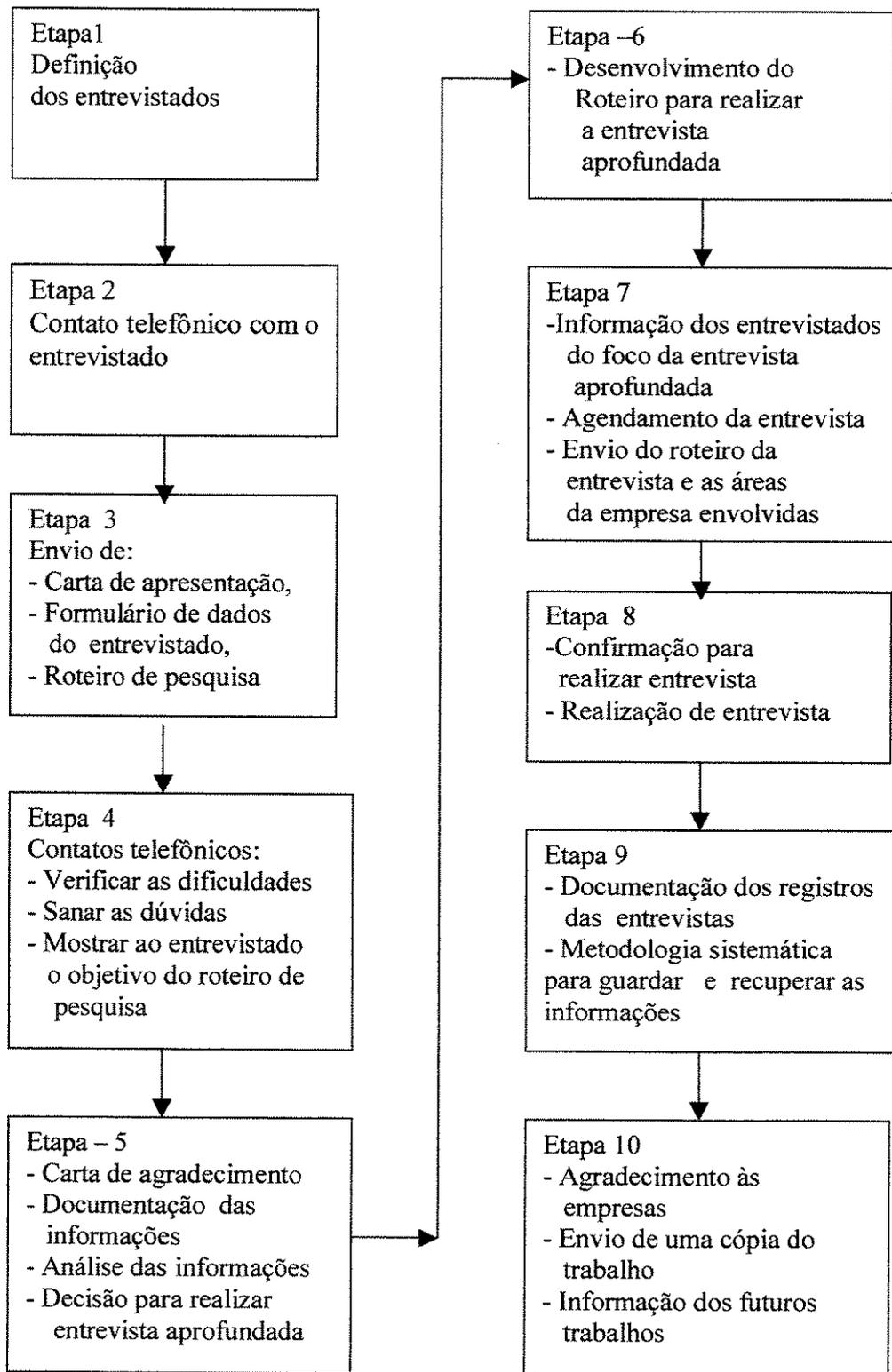


Figura 3.7 - fluxo das atividades das entrevistas

Na etapa seis foi desenvolvido um roteiro mais aprofundado com perguntas abertas. O objetivo principal desse roteiro foi descobrir “o como” da implementação dos 7 requisitos.

Na etapa sete foram contatados os entrevistados, explicando-se a importância em fazer entrevistas aprofundadas, as quais foram agendadas, e enviado o roteiro da entrevista aprofundada.

Na etapa oito, após confirmar data e hora das entrevistas, foram realizadas as entrevistas com os responsáveis pelas divisões de interesse nas empresas.

Na etapa nove foi feita a documentação dos registros das entrevistas. Teve-se o cuidado de verificar a autenticidade das informações e a metodologia de armazenar e recuperar as informações.

Na etapa dez foi enviada uma carta de agradecimento aos entrevistados e assumida a promessa de mandar - lhes uma cópia do trabalho, assim como mantê-los informados dos futuros trabalhos que serão desenvolvidos.

- **Resultados esperados do plano de benchmarking**

Espera-se com o plano de benchmarking atingir os seguintes resultados:

- a) Identificar e priorizar problemas que comprometem a qualidade dos projetos da organização P&D (CTA/IAE);
- b) Fornecer subsídios para os fornecedores acompanharem o desenvolvimento científico e tecnológico da organização de P&D em estudo;
- c) Melhorar o relacionamento entre as empresas escolhidas como parceiros e a organização de P&D (CTA/IAE);
- d) Melhorar o relacionamento entre os fornecedores e a organização de P&D (CTA/IAE).

3.5.2 Gestão dos processos relativos a pesquisas

Após a realização do estudo de benchmarking vai estar pronto o diagnóstico dos níveis da qualidade da organização P&D em estudo e as melhores práticas das empresas que participaram no estudo. Com essas informações, o próximo passo será planejar e

implantar as melhores práticas, identificado em forma de processos de melhoria, isto é, listar os processo que a organização deve realizar para melhorar os níveis da qualidade, como mostra a seguir:

- Como a organização gerencia os processos relativos ao desenvolvimento, tais como os projetos de pesquisa e processos de desenvolvimento, bem como são feitos o controle e o aprendizado das práticas de gestão e os processo de apoio aos pesquisadores e técnicos, no desenvolvimento dos projetos tecnológicos e durante a elaboração dos projetos de pesquisa.
- Como a inovação e a criatividade são consideradas nos projetos de pesquisa e nos processos de produção, como garantir a atualização tecnológica e gerenciamento para ter sucesso no desenvolvimento dos projetos.
- Como fazer a avaliação e a conseqüente implantação de inovação ou melhoria das práticas de gestão e dos respectivos padrões de trabalho relativos à gestão de processos e serviços prestados pelo instituto de P&D. Levantar os principais indicadores de desempenho ou informações qualitativas das melhorias na gestão de desenvolvimento dos processos.

Todas as informações para realizar as melhorias de processo de desenvolvimento e gestão de apoio dos pesquisadores e alta gerência serão planejados e implantados a partir dos estudos de benchmarking e com o estudo de caso múltiplo (Camp,R.,1993), isto é, com roteiros de pesquisa e entrevistas com gerentes e supervisores dos projetos de pesquisa. Considera-se que o estudo de benchmarking servirá de base para identificar as lacunas no desenvolvimento do processo, e a solução será implementada com base nas melhores praticas de gestão de processo identificado nas empresas de excelência.

Com os dados coletados dos estudos de benchmarking e das várias interações com pesquisadores e gestores responsáveis pelo apoio e desenvolvimento de projetos nas empresas de excelência e no centro de P&D (CTA/IAE), será possível levantar pontos estratégicos importantes para o desenvolvimento das atividades e melhoria dos processos do instituto de P&D.

Os resultados do benchmarking são relevantes pois são eles que vão condicionar o desempenho dos processos, dos planos de ação e das estratégias, levando em conta o perfil do instituto de P&D em estudo; o refinamento do modelo proposto também vai ser baseado em estudos interativos e no estudo de benchmarking.

3.5.3 Gestão dos processos relativos aos fornecedores

O objetivo desse item é apresentar como os fornecedores são agrupados, selecionados e qualificados e definir os critérios utilizados para o processo de seleção/qualificação de fornecedores.

Empresas de serviços ou fornecedores são aquelas que têm a sua operação baseada na prestação de serviços, apresentando características observáveis para um determinado cliente, estando sujeita à sua avaliação.

As principais exigências das empresas com os fornecedores resumem-se em avaliar e medir a qualidade de serviços prestados. Esta tarefa é difícil, tanto para o setor de compras, como para o setor de qualidade, e exige um planejamento muito bem feito, para que a seleção e o controle de fornecedores sejam realizados com eficácia.

Não é possível definir com exatidão as principais exigências das empresas com os fornecedores, mas, na maioria das empresas estudadas, os processos relativos aos fornecedores e parcerias são projetados em conformidade com a norma ISO 9001 e em concordância com a parceria com os fornecedores.

A maioria das empresas entrevistadas (Krishna, 2001) exige que o fornecedor estabeleça e mantenha procedimentos documentados de:

- Aquisição para assegurar que os produtos adquiridos estão em conformidade com os requisitos especificados pelo cliente;
- Controle de documentos e de dados externos, tais como normas e desenhos do cliente;
- Controle de produto fornecido pelo cliente, isto é, verificação de armazenamento e de manutenção. Extravios, danos ou inadequação no uso desses produtos devem ser registrados e relatados ao cliente;
- Controle de processo, isto é, o fornecedor deve identificar e planejar os processos de produção, manter procedimentos documentados, definindo a metodologia de produção, uso de equipamentos adequados de produção e instalação,

- monitoramento e controle de parâmetros adequados ao processo, critérios de inspeção e ensaio e manutenção adequada de equipamentos;
- Inspeção e ensaios que determinem o atendimento aos requisitos especificados pelo cliente;
 - Ação corretiva e ação preventiva através do tratamento efetivo de reclamações de clientes e de relatórios de não conformidade de produto, determinação de ações corretivas ou preventivas necessárias para eliminar a causa de não conformidade;
 - Existência de métodos de manuseio do produto que previnam danos ou deterioração pelo fornecedor;
 - Registros de qualidade para demonstrar conformidade com os requisitos especificados e a efetiva operação do sistema da qualidade;
 - Estabelecimento e manutenção de auditorias internas da qualidade, verificação dos respectivos resultados em conformidade com as disposições planejadas e para determinar a eficácia do sistema de qualidade;
 - Registros apropriados do treinamento devem ser mantidos.

A seguir apresentam-se os vários critérios para desenvolver uma política de qualidade de fornecedores:

- **Critérios de qualificação dos fornecedores**

As empresas estudadas têm critérios bem definidos para qualificação dos fornecedores, sendo que a tarefa maior e mais difícil para elas é o controle de fornecedores não certificados.

Quando as empresas têm de optar por fornecedor não certificado, deve haver um planejamento elaborado de modo a se prepararem para qualificar ou até certificar o fornecedor, a fim de garantir os critérios básicos da qualidade da empresa e garantir a qualidade do produto.

Na maioria das empresas estudadas, os fornecedores que não têm certificação podem se encontrar nas seguintes situações:

- a) O fornecedor demonstra capacidade técnica e administrativa de fornecimento. Se a capacidade for incontestável, bem gerida e com completa documentação satisfazendo todas as exigências, não há necessidade de certificação.

- b) O fornecedor não demonstra capacidade administrativa, conforme requisitos do comprador, mas demonstra uma capacitação técnica adequada. Neste caso, há que se compatibilizar o sistema administrativo de fluxo de informações às exigências do comprador. Esta é a situação mais comum encontrada no mercado do Vale do Paraíba, principalmente quando se trata de pequenos fornecedores.
- c) O fornecedor não demonstra capacidade técnica nem administrativa.
- d) O fornecedor não demonstra capacitação técnica, mas o comprador tem interesse em desenvolvê-la e capacitá-la, de modo que prevaleçam suas relações de negócios. Isto é muito comum nos institutos de pesquisa, tais como o INPE e CTA/IAE, para os quais o fornecedor se desenvolve junto com a pesquisa de desenvolvimento dos projetos.

Neste caso, a certificação deve conter pelo menos:

- A apresentação dos padrões de trabalho;
- As regras de treinamento;
- Os testes para qualificação do pessoal;
- Os termos de monitoramento do programa de certificação.

Os critérios de qualificação determinam o desenvolvimento do fornecedor em termos tecnológicos e de negócios e da sua capacidade de fornecer produtos, de acordo com os interesses particulares de organização de P&D, o desenvolvimento dos fornecedores é fundamental para realizar as pesquisas consideradas estratégicas para cada organização de P&D definida no modelo 3.5. São fornecedores que materializam as linhas de pesquisas em produto final, a qualificação e desenvolvimento dos mesmos é fundamental para a sobrevivência das organizações de pesquisas.

- **A importância da certificação dos fornecedores**

Da opinião obtida dos entrevistados das empresas, pode-se destacar que a certificação dos fornecedores é indispensável para (Krishna, 2001).

- Ser competitivo e sobreviver no mercado;
- Minimizar o custo do produto final;
- Otimizar preço, isto é, preço competitivo com qualidade, observando-se os concorrentes no meio interno e externo;

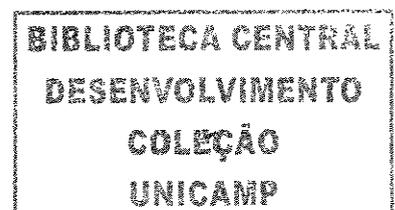
- Melhorar a capacidade de assimilar a irregularidade nos processos produtivos e corrigi-la rapidamente;
- Garantir a proteção ambiental e melhoria da qualidade de vida;
- Diminuir a burocracia ao adquirir produtos de consumo;
- Facilitar a terceirização dos serviços;
- Melhorar o atendimento e satisfação do cliente;
- Ter controle dos documentos e facilidade de fixar metas;
- Melhorar custo x benefício;
- Garantir maior adaptabilidade de nova tecnologia;
- Reduzir o custo com inspeção;
- Garantir o desenvolvimento do fornecedor;
- Garantir maior valor agregado.

A administração das empresas deve estar voltada para a qualidade, através de busca contínua da satisfação das necessidades dos clientes. Devido ao fato de as necessidades das pessoas mudarem continuamente e os concorrentes estarem sempre se desenvolvendo e melhorando, é necessário que se desenvolvam novos produtos ou serviços (redução de custos, segurança, rapidez de entrega e facilidade de manutenção etc.) para atender a essas mudanças contínuas. Uma das melhores formas de se preparar é sempre visar a certificação dos fornecedores capacitados e estar pronto para atender às necessidades do mercado. A certificação dos fornecedores é um dos pré-requisitos para a sobrevivência das empresas.

• **Certificação dos fornecedores**

O planejamento da certificação dos fornecedores é definido pela alta administração das empresas de acordo com a política da qualidade. Na grande maioria das empresas entrevistadas (ver Apêndice – 1), podem ser notados pontos comuns que levam a empresa a investir na certificação dos seus fornecedores, tais como:

- a) Quantidade e qualidade do produto suficiente para atender às necessidades dos clientes;
- b) Melhoria na tecnologia de projeto e desenvolvimento de novos produtos para a garantia da competitividade;



- c) Redução das não conformidades nas etapas de produção e instalação do produto para o cliente;
- d) Melhoria na garantia da segurança do produto em todas as fases do ciclo da vida.

Para atingir os objetivos das empresas, respeitando-se a política da qualidade, torna-se necessário o planejamento da melhoria da qualidade dos produtos adquiridos através de política de qualidade de fornecedores.

As empresas entrevistadas planejam a certificação dos seus fornecedores levando em conta os seguintes fatores (Krishna, 2001):

- Capacidade do fornecedor para desenvolver os processos fornecidos e novos produtos;
- Verificação dos limites dos prazos e qualidade;
- Possibilidade de investimentos em novas máquinas e sua manutenção, visando obter boa qualidade para o trabalho;
- Relatórios dos auditores sobre instrumentação e calibração dos instrumentos;
- Catálogos de fornecedores das empresas de excelência;
- Auditorias periódicas;
- Capacidade de detectar problemas e corrigir em tempo hábil;
- Fornecimento com avaliações contínuas até seis meses;
- Satisfação às normas ISO.

• **Controle dos fornecedores**

Durante as entrevistas nas empresas, notou-se que, além de certificar os fornecedores, estas devem também estabelecer um programa de testes e inspeção que cubra todas as fases da fabricação do produto, desde o recebimento de materiais até a fase final da entrega do produto. O programa deve ser flexível e visar a melhoria contínua do fornecedor, motivar e definir critérios de avaliação, relatar as avaliações em formulários práticos, para que o desempenho do fornecedor possa ser verificado.

As empresas entrevistadas fazem avaliações periódicas em forma de auditoria para verificar a eficiência do fornecedor. As auditorias geram relatórios que contêm informações do tipo (Krishna, 2001):

- Prazo de entrega,
- Controle de documentos,

- Índice de rejeição,
- Treinamento de pessoas,
- Custo,
- Meio ambiente.

As auditorias são indicadores do bom andamento dos fornecedores, para alertá-los sobre as não conformidades.

- **Fatores críticos para o sucesso dos fornecedores**

São vários os fatores para se ter sucesso como fornecedor. A maioria dos entrevistados concorda que o sucesso do fornecedor depende muito do sistema organizacional e do plano de qualidade da empresa que o contrata. As empresas contratantes devem dar segurança ao fornecedor para se desenvolver e melhorar tecnicamente, além de fazer parcerias para o desenvolvimento da capacitação tecnológica.

Para o fornecedor manter-se no mercado, deve alcançar o estágio de garantia de qualidade, através dos clientes, comprando seus produtos ou serviços e os utilizando por um longo tempo com satisfação. O produto ou serviço, além de não possuir defeitos ou falhas, precisa satisfazer as expectativas do cliente.

- **Requisitos para avaliação da qualidade do fornecedor**

A qualidade dos serviços prestados pelos sub-contratados tem sido uma preocupação constante no setor aeroespacial. Com o surgimento e a sofisticação das atividades industriais, o tratamento desse assunto aprimorou-se, surgindo normas e os chamados sistemas da qualidade.

Neste item são listados os sete requisitos fundamentais para avaliação e qualificação dos fornecedores do CTA/IAE (**ISO9001/2 e PNQ**), conforme Krishna(2001):

- a. Análise crítica de contrato;
- b. Treinamento de Pessoal;
- c. Controle de Equipamentos de Medição;
- d. Procedimentos para Controle de Processo;
- e. Inspeção de recebimento;
- f. Certificação;
- g. Auditoria.

3.6 Modelo Sistêmico de Gestão Estratégico para P&D

3.6.1 Introdução

Como foi dito no início desse capítulo o “Modelo Sistêmico de Gestão Estratégico para P&D” (Figura 3.8) é a contribuição principal deste trabalho. O modelo foi desenvolvido a partir de uma visão global dos pensamentos sistêmicos mostrados no modelo 3.1 “Macro visão do modelo integrado de gestão estratégico, para P&D” (Figura 3.1). Como pode ser verificado na Figura 3.1, os blocos 1 e 2 representam a gestão das competências essenciais nas organizações e gestão de conhecimento, e no bloco 3 está representado o modelo de garantia da qualidade. O desenvolvimento desse três modelos e a integração de forma adequada caracteriza a gestão estratégica dos institutos de P&D.

O modelo foi proposto com base na experiência adquirida ao desenvolver os modelos 3.3, 3.4 e 3.5 independentemente, e a integração proposta no modelo da (Figura 3.8) é a contribuição desse trabalho, por tratar de uma gestão estratégica baseada em três funções administrativas Planejamento, Execução e Controle (Chiavenato, 2000) onde se integram todos os princípios desenvolvidos nos modelos 3.3, 3.4 e 3.5.

O objetivo deste item é apresentar, de forma detalhada, o funcionamento do modelo geral “*modelo sistêmico de gestão estratégico para os institutos de P&D*”. A integração do modelo completo se concretizou, com base na experiência e conhecimento adquiridos, ao analisar criteriosamente os modelos apresentados até agora, isto é, modelos de gestão da qualidade, competências e conhecimento.

O modelo aqui desenvolvido tem o propósito de atender às necessidades estratégicas dos institutos de P&D do governo federal e de outros institutos privado, que têm o foco voltado para servirem à sociedade com inovação nas áreas de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. O modelo criado nesse trabalho tem o diferencial de integrar os principais pontos estratégicos da organização, que são: gestão da qualidade, cultura organizacional e principalmente identificar e desenvolver com eficácia as competências essenciais necessárias para o futuro.

A apresentação do modelo representado Figura 3.8, bem com as análises dos resultados apresentados nos capítulos 4 e 5 são a principal contribuição deste trabalho.

No item 3.6.2 será descrito o funcionamento do modelo de integrado de gestão estratégica, mostrando a interação sistêmica desenvolvida entre os três modelos de gestão apresentados nesse capítulo.

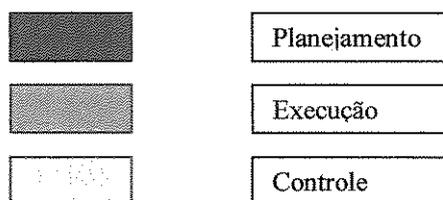
Como se pode notar, o trabalho aqui desenvolvido visa apresentar os principais conceitos com competências essenciais , gestão de conhecimento, garantia da qualidade, teoria de benchmarking, conceitos de prospecção e pensamentos estratégicos , em forma de um modelo sistêmico de gestão estratégicos para P&D (modelo geral), para aplicação em institutos de pesquisa, visando melhorar a gestão organizacional e o planejamento estratégico das linhas de pesquisas para o futuro.

O modelo apresentado a seguir é o fruto da experiência adquirida pelo autor durante 20 anos no setor aeroespacial, atuando juntamente com pesquisadores, engenheiros e técnicos experientes, contribuindo para a prosperidade e produtividade do setor, tornando assim o Brasil um dos membros do grupo seletivo de países que dominam a tecnologia aeroespacial.

3.6.2 Integração Sistêmica do Modelo para P&D

O objetivo principal desse item é mostrar detalhadamente a integração sistêmica dos modelos propostos até agora, modelo de gestão das competências essenciais nas organizações, modelo de gestão de conhecimento e modelos da garantia da qualidade em um modelo geral "modelo sistêmico de gestão estratégica para institutos de P&D". A integração desses tópicos permite planejar o desenvolvimento (expansão, diferencial competitivo, clientes e reconhecimento desejados) e a aceleração desejada para a organização de P&D para futuro.

O modelo sistêmico de gestão estratégica para institutos de P&D pode ser visualizado como composto por três grandes etapas, representadas na Figura 3.8, com cor vermelha (Planejamento), azul (Execução) e amarela (Controle).



Para entender o modelo da Figura 3.8, deve-se inicialmente visualizar a organização em estudo sob a ótica de três funções básicas de administração:

- a. Planejamento
- b. Execução
- c. Controle

a. Planejamento

A função Planejamento define onde se pretende determinar o estado futuro, o que deve ser feito, quando, como e em que seqüência. Nesse modelo, essa função se divide em seis “blocos” brancos, apresentadas na área vermelha da figura 3.8:

- Planejamento: gestão estratégica,
 1. Diagnóstico da gestão organizacional do instituto;
 2. Análise de Macro tendências;
 3. Ambiente Mundial;
 4. Ambiente Nacional;
 5. Restrições Governamentais;
 6. Lista de Pesquisas Científicas Portadoras de futuro.

A primeira atividade é executar o planejamento estratégico do instituto. No caso do presente modelo, o planejamento estratégico consiste em definir a demanda (linhas de pesquisas) consideradas promissoras para o futuro. Para identificar as demandas futuras para a organização, inicialmente deve-se entender a cultura organizacional, isso é, Diagnóstico do instituto (ver bloco 1) que consiste em levantar (pesquisas já desenvolvidas pelo instituto, credibilidade junto à sociedade, área de atuação, perfil dos pesquisadores e dos gestores e competências organizacionais). A metodologia adotada para diagnóstico do instituto (pontos positivos e negativos) vai ser SWOT (Mitzberg, 1983). Esse estudo deve ser feito pela equipe formada pelos pesquisadores do instituto e parceiro ou membros externos que têm participação no desenvolvimento das linhas de pesquisas do instituto.

Uma vez diagnosticados os pontos positivos e negativos da gestão organizacional do instituto, o segundo passo é a análise de macrotendências (ver bloco 2). Essa análise vai definir uma lista de pesquisas científicas portadoras de

futuro (ver bloco 6). Inicialmente, baseando-se nas teorias de *forecasting*, levanta-se uma lista de pesquisas mais promissoras no ambiente mundial (ver bloco 3). Isso geralmente é feito com base em artigos de *forecasting* que tratam das pesquisas mais promissoras no futuro em várias linhas de ação, como pode ser visto na lista de pesquisas mais promissoras nos artigos (Apêndice 6). Uma vez levantadas as várias linhas de pesquisa no exterior, vai ser necessário identificar as linhas que realmente podem ser desenvolvidas baseando-se na realidade nacional (ver bloco 4), isto é, as pesquisas identificadas no bloco 3 devem ser analisadas levando em conta a realidade nacional. Com a lista das pesquisas prováveis de serem realizadas no país, pode-se agora verificar as restrições governamentais (bloco 5), isto é, leis e regulamentos do governo em realizar as pesquisas considerado estratégicos e promissores para futuro, essa lista vai ser definida na etapa do (bloco 6).

No modelo geral (Figura 3.8), define-se como planejamento estratégico as etapas do blocos 1 até 6, isto é, diagnosticar a gestão organizacional e definir uma lista de pesquisas científicas portadoras para futuro.

b. Execução

A função Execução está apresentada no bloco azul da Figura 3.8. É nesse bloco que se desenvolve a execução do que foi planejado através da gestão estratégica. Em outras palavras, após a definição das linhas de pesquisa, deve-se levantar as competências essenciais necessárias para desenvolvê-las, como mostrado na figura 3.8, bloco 7 (competências essenciais). A partir da especificação das competências essenciais necessárias para desenvolver as linhas de pesquisa, o próximo passo é identificar as competências na organização (bloco 8). No bloco 9 é definida a equipe (os critérios de definição da equipe estão descritos no modelo 3.3 da figura 3.5) que vai priorizar as linhas pesquisas a desenvolver pela organização em estudo (bloco 10). A priorização é feita levando em conta o balanço das competências organizacionais (bloco 8) existentes no instituto e as competências essenciais que devem ser desenvolvidas (bloco 7). Definidas as linhas de pesquisas a desenvolver no bloco 10, o próximo passo é identificar as competências a desenvolver (bloco 11) e como serão desenvolvidas: internamente à organização (bloco 12), em parceria (bloco 13) ou comprando patentes (bloco 14).

A função Execução também se relaciona com o padrão cultural da organização (ver a bloco 15). São padrões culturais que vão dar a sustentação para identificação das competências essenciais possíveis de serem desenvolvidas dentro da organização. Esses padrões culturais são, pela sua própria natureza, difíceis de serem “medidos” e intangíveis; são valores fundamentais durante o balanço das competências organizacionais e identificação de competências individuais a serem desenvolvidas na organização ou adquiridas externamente, para executar o plano estratégico, que consiste em executar as linhas de pesquisas prioritizadas.

Os sete blocos 16,17,18 e19, definem a evolução e o desenvolvimento de competências das pessoas, processos e infra-estrutura da organização . O execução da organização consiste em verificar o desenvolvimento de novas competências (bloco15), Estruturar o processo de desenvolvimento de pessoas (bloco16), processo (bloco17), Infra-estrutura (bloco18), para novas linhas de pesquisas e incorporar esses desenvolvimento na organização (bloco19),

c. Controle

O controle do modelo sugerido é sustentado nos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade. O modelo da garantia da qualidade de serviços prestado bloco (20) mostrada na figura 3.8, tem a função de diagnosticar a qualidade de serviços prestados e as competências que devem ser desenvolvidas para adequar os índices da qualidade e assim atingir as metas para executar o planejamento estratégico. O modelo de garantia da qualidade a que se refere encontra-se descrito no item 3.6 desse capítulo.

Alcançar as mudanças necessárias para o auto-desenvolvimento da organização está intimamente ligado com a execução do planejamento estratégico e com o contínuo controle dos planos estratégicos e o desenvolvimento cultural. Em resumo, são as competências essenciais que vão originar a auto-sustentação do instituto para o futuro. Essa auto-sustentação é a base para o “modelo sistêmico de gestão organizacional”, que vai conduzir à sobrevivência, expansão, diferencial competitivo, reconhecimento e aceleração do instituto.

Como se pode verificar através da análise da figura 3.8, a “função controle” é responsável em fazer o balanço institucional, diagnosticando os níveis de qualidades de serviços prestados e armazenamento do conhecimento para desenvolver as competências essenciais nas organizações. Portanto, essa função torna fundamental e estratégica a gestão de conhecimento, isto é, durante o desenvolvimento das competências essenciais gera-se conhecimento que deve ser armazenado e socializado adequadamente na organização (ver o bloco 21), e isso dá sustentação e continuidade às organizações para melhorar cada vez mais os níveis culturais e melhorar continuamente o diagnóstico organizacional do instituto (bloco 1) para atender o planejamento estratégico (desenvolvimento de linhas de pesquisas).

O modelo apresentado na figura 3.8 é modelo geral. Dos blocos 1 até 10 é o modelo de gestão das competências essenciais nas organizações (item 3.3) ver figura 3.5. Do bloco 11 até 21 é o modelo de gestão de conhecimento (item 3.4) ver figura 3.6.

Um maior detalhamento dos blocos 2 até 21 pode ser obtido nos itens 3.3, 3.4 e 3.6. O modelo apresentado na Figura 3.8 tem por objetivo integrar os modelos apresentados acima e atender os institutos de pesquisa e desenvolvimento que se encontram em dificuldades administrativas, sejam elas carência de verbas, conflitos organizacionais ou falta de estratégia e motivação para o futuro.

Neste capítulo apresentou-se os três modelos essenciais para o desenvolvimento do modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D, a saber: o modelo das competências essenciais nas organizações, o modelo de gestão de conhecimento e o modelo da garantia da qualidade. Com o objetivo de testar a funcionabilidade do modelo proposto, no próximo capítulo, o modelo será aplicado em um estudo de caso do CTA/IAE.

Capítulo 4

Aplicação do modelo no setor aeroespacial

4.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar um breve histórico do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e do Instituto Aeronáutico e Espaço (IAE), delinear os limites de teste e análise dos modelos de gestão das competências essenciais nas organizações, gestão de conhecimento e garantia da qualidade e, por fim, implantar o modelo sistêmico de gestão estratégico para P&D, que é a contribuição deste trabalho.

São identificadas as principais pesquisas baseadas nas teorias de *forecasting* e na gestão organizacional baseada nas competências essenciais. Em seguida utiliza-se o modelo de gestão de conhecimento para disseminar o conhecimento tácito e explícito na organização. Finalmente são diagnosticados os índices de qualidade dos serviços prestados no setor aeroespacial, baseados no modelo da garantia da qualidade.

O produto final do trabalho consiste na integração dos modelos apresentados até agora em um único modelo sistêmico, envolvendo metodologias de implantação da qualidade, competências e conhecimento para realizar uma gestão estratégica dos institutos de P&D.

4.2 Considerações preliminares e limites da pesquisa

O estudo de caso desta tese de doutorado constitui-se na aplicação dos três modelos apresentados no capítulo 3 ao CTA/IAE. Portanto, apresenta-se um breve histórico do CTA/IAE, como surgiu, os principais projetos desenvolvidos e as dificuldades que o instituto tem enfrentado, como, por exemplo, o maior desastre do setor aeroespacial no Brasil com 21 vítimas fatais no terceiro lançamento do Veículo Lançador de Satélite (VLS) na base da Alcântara. Também são estabelecidos os principais limites de controle para cada um dos modelos em aplicação:

- a) Gestão das competências essenciais na organização;
- b) Gestão de conhecimento;
- c) Sistema de garantia da qualidade.

Neste capítulo aplica-se o modelo sistêmico de gestão estratégica para institutos de P&D no setor aeroespacial com uma integração dos conceitos da qualidade, competências essenciais e conhecimento.

4.2.1 Centro Técnico Aeroespacial (CTA) - Histórico

Bem antes de Santos Dumont realizar seus primeiros vôos no 14-BIS, decolando e pousando por seus próprios meios em demonstrações públicas no Campo de Bagatelle, Paris, entre 23 de outubro e 12 de novembro de 1906, confidenciava ele aos fabricantes de material e de motores, membros da Sociedade de Engenheiros Civis do Aeroclube da França e da Academia de Ciências de Paris, o importante papel que os dirigíveis e aviões seriam chamados a desempenhar, em futuro breve, logo nas primeiras décadas do século XX.

Essas recomendações foram repetidas por Santos Dumont no Congresso Científico Pan-americano em 1915, e, no Brasil, no período de 1915 a 1918, em seus pronunciamentos orais e em seus escritos, procurando atrair a atenção dos membros do governo, com profética antevisão do futuro sobre o importante papel que os aerostatos e os aviões iriam desempenhar no mundo.

Foi em seu livro *"O que vi, o que veremos"*, editado em 1918 pela Editora A Encantada, que Santos-Dumont registrou a idéia de criação de uma escola técnica, no Brasil voltada para a aviação, antevendo um centro de tecnologia que só se efetivaria cerca de 30 anos mais tarde.

Em 26 de dezembro de 1941 o Ten. Cel.-Av. Eng. Casimiro Montenegro Filho, indicado para assumir a Subdiretoria de Material da aeronáutica pelo Decreto nº 8.465, oficial já consciente da evolução da ciência e da tecnologia aeronáutica, vinha considerando a idéia de transformar a subdiretoria numa organização de maior vulto, capaz de levar a termo as pesquisas que incentivassem o desenvolvimento das indústrias de construção aeronáutica e de transporte aéreo.

Em agosto de 1945, ficou definido o Plano Geral do Centro, considerando-se o MIT como modelo para a organização do futuro Centro Técnico do Ministério da Aeronáutica. O plano foi acolhido pelo Brigadeiro do Ar Trompowsky.

Após a escolha do local, duas portarias ministeriais (nºs 361 e 362, ambas de 5 de outubro de 1946) foram assinadas, nomeando o Ten.-Cel.-Av. (Eng.) Benjamim Manoel Amarante, o Eng. Civil Alberto de Melo Flores e os Eng. Arq. Hélio de Oliveira Gonçalves

e Alcides Águila da Rocha Miranda, para constituírem a Comissão de Estabelecimento do Concurso de Anteprojetos das Instalações do CTA, bem como o júri para análise desse concurso. A Comissão do Concurso elegeu o Anteprojeto "B", de autoria do arquiteto Oscar Niemeyer Soares Filho, sendo o contrato assinado em 30 de abril de 1947.

Apesar dos grandes entraves devido à insuficiência de recursos financeiros para realizar todas as construções no prazo previsto (1948), as obras do ITA foram concluídas em 1950.

No dia 26 de outubro de 1968, em cerimônia oficial, no Centro Técnico de Aeronáutica, com a presença do Ministro da Aeronáutica, vários Ministros de Estado, de autoridades civis e militares e cerca de 15 mil pessoas, que afluíram ao Aeroporto de São José dos Campos, foi realizado o vôo oficial da aeronave Bandeirante. Uma exclamação geral elevou-se aos ares, ao serem abertas as portas do hangar X-10, para a saída e apresentação oficial da aeronave, exultando os presentes, sendo o avião apresentado sob vários ângulos, em suas voltas pelo pátio do hangar. O Maj. Mariotto e o Eng. Michel partem da cabeceira da pista para a realização da primeira decolagem e do primeiro vôo oficial do Bandeirante, numa inesquecível demonstração ao país da existência de condições, capacidade e competência na consolidação e progresso da indústria aeronáutica brasileira, efeito do estudo e trabalho de uma equipe de civis e militares irmanados no mesmo ideal de dar asas ao Brasil, e o sonho sendo concretizado 20 anos após o início dos trabalhos de construção do CTA.

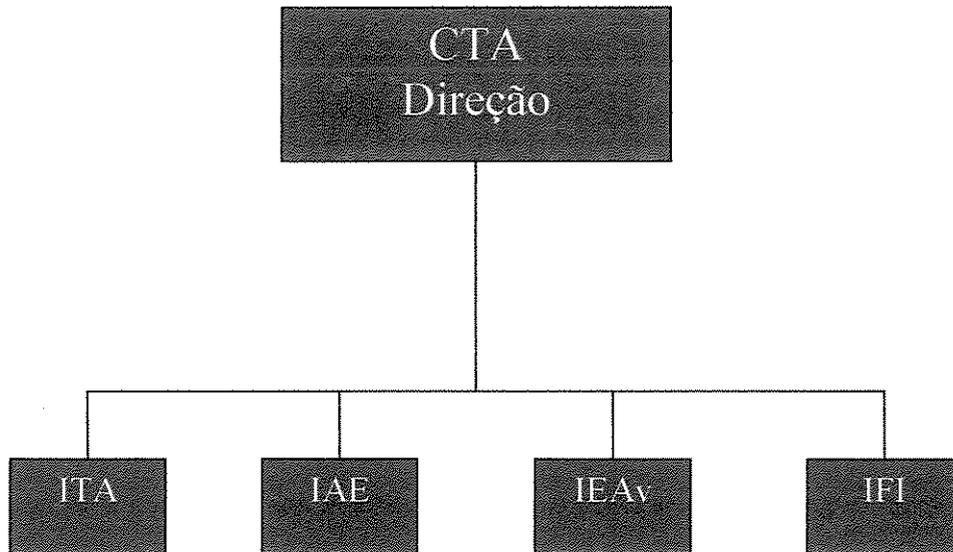
A missão do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) consiste na realização das atividades técnico-científicas relacionadas com o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento aeroespaciais.

4.2.2. Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) - Histórico

O Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) faz parte do Centro Técnico Aeroespacial (CTA). O organograma do CTA está representado na Figura 4.1, mostrando as divisões do CTA.

A aquisição de tecnologias pelo IAE possibilitou a concepção e o desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites – VLS – item fundamental dentro do Programa Espacial Brasileiro que está, atualmente, em fase de qualificação em vôo. Além da capacitação em setores vitais para o país e do repasse de tecnologia à iniciativa privada, o Programa Espacial Brasileiro proporcionará a consolidação do Centro de Lançamento de Alcântara –

CLA – no Maranhão, como um importante centro de lançamento no contexto internacional, devido à sua privilegiada localização geográfica.



ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica;

IAE – Instituto de Aeronáutica e Espaço;

IEAv – Instituto de Estudos Avançados;

IFI – Instituto de Fomento e Coordenação Industrial.

Figura 4.1 – Organograma do CTA.

O IAE tem por missão realizar a pesquisa e o desenvolvimento nos campos aeronáutico e bélico, conforme a política e orientação do Comando da Aeronáutica, bem como realizar a pesquisa e o desenvolvimento necessários ao atendimento do Programa Nacional de Atividades Espaciais.

Os principais foguetes desenvolvidos com sucesso pelo IAE são os de sondagem que são lançadores de pequeno porte, utilizados para missões suborbitais de exploração do espaço, capazes de lançar cargas úteis compostas por experimentos científicos e tecnológicos. Os foguetes de sondagens desenvolvidos pelo IAE que possibilitaram o desenvolvimento do VLS são:

Sonda I

O Sonda I foi projetado para ser aplicado em estudos da alta atmosfera e destinava-se a transportar cargas úteis meteorológicas de 4,5 kg a 70 km de altitude. Esse foguete serviu, principalmente, como escola no campo de propelentes sólidos e outras tecnologias, bem como para o desenvolvimento de foguetes de curto alcance.

Sonda II

Em 1966 iniciou-se o desenvolvimento do foguete monoestágio Sonda II, por solicitação do então Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais – GOCNAE mais CNAE e depois INPE, com propulsor carregado com propelente sólido, tipo “composite”, capaz de transportar cargas úteis científicas e tecnológicas de 20 a 70 kg para experimentos na faixa de 50 a 100 km de altitude.

Sonda III

O Sonda III é foguete de sondagem, com propulsores do 1º e 2º estágios carregados com propelente sólido, capaz de transportar cargas úteis científicas e tecnológicas de 50 a 150 kg para experimentos na faixa de 200 a 650 km de altitude. Esse veículo recebeu, pela primeira vez, um sistema de instrumentação completo, um sistema de separação de estágios, um sistema de ignição para o segundo estágio, uma carga útil tecnológica para aquisição de dados durante todo o voo do veículo, um sistema de tele-destruição, um sistema para controle de altitude dos três eixos da carga útil, um sistema de recuperação da carga útil no mar e muitos dispositivos eletrônicos.

Sonda IV

A segunda fase de desenvolvimento de foguetes, equipados com sistemas de pilotagem, começou em 1974 quando foram iniciados os estudos, as especificações e o projeto preliminar do foguete bi-estágio Sonda IV, com propulsores carregados com propelente sólido, tipo composite, especificado para permitir o domínio das tecnologias imprescindíveis para a consecução do Veículo Lançador de Satélites - VLS. Pode ser utilizado para o transporte de cargas úteis científicas e tecnológicas de 300 a 500 kg para experimentos na faixa de 700 a 1000 km de altitude.

VS 40

Em 2 de abril de 1993 foi lançado, com sucesso, o veículo VS-40 para realizar teste do quarto estágio do VLS em ambiente de vácuo, além de outros experimentos de interesse do projeto VLS. Esse veículo tornou-se necessário pela ausência, no país, de instalações de ensaios capazes de simular as condições de vácuo em altitude. Essas instalações, extremamente complexas e onerosas, seriam de difícil contratação no exterior, devido ao alto risco que acarretariam seu uso, considerando-se ser um desenvolvimento novo e, portanto, de baixa confiabilidade. O veículo atingiu o apogeu de 950 km e um alcance de 2680 km

4.2.3 Definição e descrição dos limites de controle

A organização em estudo é constituída por uma complexa combinação de recursos (capital humano, capital intelectual, instalações, equipamentos, softwares etc), interdependentes e inter-relacionados, que devem perseguir os mesmos objetivos e cujos desempenhos podem afetá-la, positiva ou negativamente, em seu conjunto.

O sistema organizacional do CTA/IAE é dividido em subsistemas e componentes, com menor grau de complexidade, permitindo maior facilidade no gerenciamento de seus processos e análise de seus desempenhos.

A visão sistêmica adotada neste trabalho leva em conta a cultura da organização (valores, padrões culturais e perfil), facilitando assim a inter-relação entre os elementos que compõem a organização, bem como a interação desta com o mundo externo.

A visão sistêmica direciona o uso do sistema de indicadores para correlacionar as estratégias com os principais processos para melhoria do desempenho, visando o atendimento às necessidades de todas as partes interessadas.

São apresentados a seguir os limites de controle para aplicar o modelo sistêmico de gestão estratégica para o CTA/IAE (modelo geral). O modelo geral (Figura 3.8) é a integração dos modelos de gestão das competências essenciais na organização (blocos 1 até 10 do modelo geral), de gestão de conhecimento (blocos 11 até 21 do modelo geral) e modelo de sistema da garantia da qualidade (bloco 20 do modelo geral),

A seguir são descritos os principais limites de controle ao aplicar cada um dos três modelos no estudo de caso CTA/IAE:

a) Modelo de gestão das competências essenciais na organização

- I. Realizar o diagnóstico da situação atual da gestão organizacional e aplicar a estratégia de competências essenciais para as divisões do CTA/IAE, visando a melhoria do desempenho das pessoas e da organização;
- II. Analisar as macro-tendências nacionais e internacionais com base nas teorias de prospecção;
- III. Identificar e priorizar as demandas mais promissoras no futuro, que aumentem a chance o sucesso da organização;
- IV. Fazer uma pesquisa de campo, junto a institutos de excelência, como MIT, NASA, ESA e outras universidades, sobre quais as principais pesquisas a serem realizadas com vistas à aplicação no futuro;
- V. Realizar um trabalho de construção de cenários, baseado nas opiniões de especialistas do MCT, FAB e Marinha, para identificar as tecnologias emergentes e possíveis de serem desenvolvidas no país;
- VI. Fazer um estudo de viabilidade das demandas junto às normas governamentais;
- VII. Aplicar a metodologia *Delphi* para definir as linhas de pesquisas mais indicadas para o instituto;
- VIII. Levantar as competências existentes na organização, que podem ser úteis para desenvolver as demandas identificadas;
- IX. Identificar competências essenciais desejadas para a realização das pesquisas, mas ainda não existentes no organização;
- X. Sugerir ações futuras a serem realizadas dentro da organização.

b) Modelo de gestão de conhecimento

- I. Aplicar o modelo conceitual de gestão de conhecimento apresentado no Item 3.4 do Capítulo 3;
- II. Identificar as linhas de pesquisas a serem desenvolvidas com base no portfólio de demandas definidas no modelo de competências essenciais;
- III. Definir junto à alta gerência as competências que vão ser desenvolvidas internamente e aquelas que vão ser desenvolvidas em parceria com outros institutos e/ou serão adquiridas/licenciadas;

- IV. Controlar condições de contorno: o desenvolvimento das competências sugeridos neste modelo se limita em identificar e dar sugestões de como alcançar essas competências e materializar as linhas de pesquisas;
- V. Analisar as atividades de capacitação das pessoas, de desenho de processos, de aquisição de equipamentos e a implementação do processo de desenvolvimento das pesquisas.

c) Modelo de sistema de garantia da qualidade

- I. Identificar e relatar os níveis atuais da qualidade de serviços prestados pelas divisões do IAE/CTA;
- II. Identificar os níveis atuais de serviços prestados pelos principais fornecedores e definir um modelo de qualificação dos fornecedores;
- III. Realizar estudo de benchmarking junto às empresas de excelência no setor;
- IV. Selecionar as empresas para participar no estudo de benchmarking que desenvolvem projetos similares ao IAE/CTA, trabalhem com subcontratação de pequeno porte, e têm envolvimento com o governo federal participando de licitação;
- V. Aplicar o modelo da garantia da qualidade baseado nas normas ISO, Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) e Normas Aeroespaciais;
- VI. Fazer o controle do modelo com o (PNQ) e Normas Aeroespaciais;
- VII. Levar em consideração as restrições vinculadas a organizações governamentais e requisitos específicos do CTA/IAE (Lei 8666);
- VIII. Definir o plano de benchmarking, mostrando todas as etapas do estudo dessas entrevistas para definir as empresas, análise das pesquisas e entrevistas e os resultados esperados desse trabalho;
- IX. Realizar um estudo comparativo dos níveis de qualidades dos serviços prestados pelos fornecedores críticos das divisões do IAE/CTA e das empresas de excelência.

Nos Itens 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 apresenta-se o trabalho de campo realizado nesta pesquisa com a preocupação de fixar claramente os seus limites. Em cada uma das etapas do modelo geral (Figura 3.8) aplicadas ao instituto, as dificuldades e as não conformidades que ele vive após o desastre do VLS foram tratadas de maneira séria, visando assegurar, assim, um nível de

gestão mais integrado e participativo dos pesquisadores, da alta gerência e dos técnicos que têm como ideal lançar o primeiro satélite brasileiro.

De uma forma resumida, ao aplicar o modelo geral (Figura 3.8), serão definidas as demandas futuras para a sobrevivência do instituto. Em seguida serão levantadas as competências existentes e as que devem ser criadas ou adquiridas, para realizar as demandas identificadas, e avaliar o desenvolvimento dessas demandas de forma conceitual. No bloco 20 (Figura 3.8), que é composto do modelo de garantia da qualidade ter-se-á o diagnóstico dos índices da qualidade dos serviços prestados pelos servidores e fornecedores do instituto e finalmente, no bloco 21, armazenamento sistêmico de informações em biblioteca de conhecimento (banco de dados).

4.3 Método de desenvolvimento do trabalho de campo (estudo de caso)

O desenvolvimento do trabalho prático (pesquisa de campo) consiste em aplicar o modelo geral (Figura 3.8) “modelo sistêmico de gestão estratégica para P&D”. Esse modelo, descrito no Capítulo 3, é composto de 3 modelos independentes: o primeiro, modelo de gestão das competências essenciais nas organizações (blocos 1 até 10) prioriza as linhas de pesquisas a desenvolver com base nas competências essenciais e organizacionais; o segundo, modelo de gestão de conhecimento (blocos 11 até 21) e, finalmente, o modelo de garantia da qualidade (bloco 20) identifica os índices da qualidade do CTA/IAE). Nesta etapa desenvolve as competências necessárias e armazena o conhecimento.

Ao aplicar o modelo geral ao instituto CTA/IAE objetiva-se o refinamento dos modelos originais através da integração de duas abordagens:

- a) Teórica, baseada em análise crítica da bibliografia e consultas técnicas com especialistas acadêmicos, pesquisadores e professores; e
- b) Pesquisa de campo:
 - Estudos de casos múltiplos (roteiros de pesquisa), incluindo a avaliação de outras organizações de referência (*benchmarking*) para identificar as melhores práticas;
 - Entrevistas com pesquisadores para avaliação das dificuldades organizacionais do instituto e priorização das demandas futuras (linhas de pesquisas) aplicando a técnica Delphi (Miles & Keenan, 2002).

Para harmonizar a integração da teoria e prática, sistemática e sustentável nas organizações, é preciso identificar e sanar as dificuldades ao implementar esses modelos. O sucesso dessa abordagem está em refinar os modelos adequadamente, levando em conta a base cultural da organização e a conscientização dos pesquisadores da alta gerência, engenheiros e técnicos qualificados, que desenvolvem os projetos de pesquisa do instituto de P&D em estudo (CTA/IAE). Esta integração do modelo em implementação é necessária para o sucesso dos projetos em desenvolvimento e a sobrevivência do instituto.

O desenvolvimento do estudo de caso é dividido em três partes. Inicialmente, no Item 4.4, será mostrada a implementação da gestão das competências essenciais no CTA/IAE com base nas teorias de prospecção tecnológica (*technology forecasting*) e priorizando as linhas de pesquisas para o futuro com as competências organizacionais atuais (pessoas, processos e infra-estrutura) e competências essenciais a desenvolver para atender à demanda, possíveis de serem adquiridas ou desenvolvidas em parcerias. No Item 4.5 serão desenvolvidos os conceitos de implementação da gestão do conhecimento, que consistem em identificar as competências necessárias para desenvolver as pesquisas priorizadas e definir as alternativas de desenvolvimento, seja internamente ao instituto, em parcerias ou, se for adequado, através da aquisição de patentes. O desenvolvimento dos padrões culturais, como pessoas, processos e equipamentos, deve ser planejado, organizado, implementado e acompanhado de maneira a assegurar que a organização execute adequadamente os projetos de pesquisa definidos como necessários e essenciais para o futuro. E, finalmente, no Item 4.6 serão diagnosticados os índices de qualidade dos serviços prestados pelas divisões responsáveis por realizar os projetos de pesquisas atuais (em especial o projeto VLS).

4.4 Aplicação do modelo de gestão das competências essenciais nas organizações

O objetivo principal nesse item é aplicar o modelo de gestão das competências essenciais nas organizações. Esse modelo refere-se aos blocos 1 até 10 do modelo geral da Figura 3.8. Aplicar esse modelo no CTA/IAE é uma forma de refinar o modelo conceitual, que consiste em:

- a) Unir os conceitos teóricos (bibliografia e consultas técnicas com especialistas, pesquisadores e professores) com a pesquisa de campo: estudos de casos

múltiplos (roteiros de pesquisa) e estudos de *benchmarking* para identificar as melhores práticas junto a outras organizações governamentais;

- b) Priorizar as demandas tecnológicas (linhas de pesquisa) para o CTA/IAE, baseando-se em teorias de prospecção;
- c) Sugerir mudanças organizacionais estratégicas para compatibilização da gestão militar (conceitos de missão) com a tecnológica (conceitos de projetos);
- d) Recomendar estratégia de gestão organizacional, com base no conceito de competências essenciais, visando tornar o instituto mais flexível e eficaz no futuro.

O trabalho de campo foi realizado em três etapas. Inicialmente, foram levantadas (metodologia SWOT, autor) as dificuldades e oportunidades organizacionais do CTA/IAE - primeiro bloco do modelo geral Figura 3.8 (diagnóstico da gestão organizacional do instituto). A seguir, foram implementados os blocos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 do modelo geral (ver Figura 3.8) que tem como produto final as demandas (linhas de pesquisa) que são baseadas nos modelos de prospecção e na técnica Delphi. Finalmente, são mostrados os resultados: lista das pesquisas promissoras no setor aeroespacial, resultado das entrevistas mútuas, e demanda (pesquisas selecionadas) para o CTA/IAE.

4.4.1 Dificuldades na gestão organizacional do CTA/IAE

As dificuldades organizacionais apresentadas nesse trabalho foram levantadas pela comissão de investigação do acidente do VLS, composta de pesquisadores do CTA/IAE, comando da defesa e membros da sociedade civil, no intuito de diagnosticar e melhorar a gestão organizacional do CTA/IAE. O diagnóstico foi feito nas várias divisões do CTA/IAE que trabalham no desenvolvimento do VLS. Foram realizadas entrevistas abertas para identificar as dificuldades que estão enfrentando para desenvolver o projeto e as sugestões de melhorias. O objetivo de apresentar essas dificuldades é vincular a solução à realidade atual e uma forma adequada e eficiente em integrar os modelos independentes é refinar o modelo de gestão estratégica organizacional, baseando-se no conceito de competências essenciais.

A análise das informações coletadas durante a investigação conduziu a conclusões de caráter geral do Programa Espacial Brasileiro. Entre os pontos prejudiciais ao desempenho da organização CTA/IAE destacam-se:

a) Incompatibilidade de gestão militar com a tecnológica

A carreira militar trabalha com o conceito de **missão** que é uma incumbência determinada e de duração fixa, enquanto a gestão tecnológica trabalha com o conceito de **projeto** que é uma incumbência com objetivo pretendido, duração e recursos (materiais, financeiro e humanas) dimensionados, mas não exatos. Como exemplo de missão do CTA tem-se a chefia e coordenação de um grupo conforme a graduação do militar. Essa missão dura até a promoção ou a baixa do militar responsável. Usualmente, não há vínculo temporal com a conclusão do projeto ou de uma de suas fases. Como exemplos de projeto com esse tipo de gestão institucional têm-se:

- O desenvolvimento do motor a álcool;
- O desenvolvimento do avião Bandeirante;
- O desenvolvimento de séries de sonda de foguetes.

Assim, observa-se a incompatibilidade latente entre os modelos da gestão militar e o desenvolvimento de projetos de longo prazo.

As recomendações sugeridas pelos membros que trabalharam na comissão de investigação e que participaram das entrevistas interativas, utilizando técnica Delphi (Massoud 1999) para ter sucesso na implantação do modelo, são apresentadas a seguir:

- Prefixação das equipes por prazos compatíveis com o desenvolvimento dos projetos;
- Treinamento do corpo civil para nova postura (gestão civil);
- Reorganização das equipes passando o comando aos civis e permanecendo o controle e fiscalização dos resultados com os militares;
- Democratização das chefias com base nas atividades a desenvolver e pela competência administrativa;
- Remuneração às chefias conforme sua responsabilidade;
- Constituição de um conselho técnico científico – CTC, adaptado do INPE.

É necessário que haja uma mudança de mentalidade que, à primeira vista, parece perda de autoridade e comando pelos militares. Na verdade, é uma transferência de parcela significativa de poder, mas com o controle final mais identificável. Pelo lado civil, o impacto também exige uma mudança profunda de mentalidade. Pois envolve passar de

comandado para gestor com os compromissos claramente identificados, até mesmo as prestações de contas.

Como um bom exemplo para esse tipo de gestão organizacional pode-se citar o projeto Manhattan da construção da bomba atômica americana. Talvez seja o maior exemplo de gestão compartilhada entre civis e militares. Pela sua natureza científico–tecnológico–militar do mais alto interesse nacional e envolvendo níveis de segurança nunca antes tão severos, o projeto teve a gestão científico–tecnológica atribuída aos civis e a gestão de segurança aos militares. Ambos tiveram dificuldades a superar, principalmente na interferência mútua dos dois aspectos e tipos de gestão que foram satisfatoriamente solucionados.

b) Pouca e ineficiente interação entre os institutos do centro (CTA) e outros institutos de pesquisa de C&T e indústrias

É importante a maior abertura da instituição a novos convênios, cooperações e parcerias com demais institutos de C&T, com universidades, indústrias e organizações internacionais. A abertura da instituição a outras instituições será enormemente facilitada com a definição clara dos papéis dos gestores civis e militares, com clareza nos projetos e objetivos, principalmente nas parcerias e cooperações (interesse tecnológico–científico).

c) Ausência de proteção à propriedade intelectual

O CTA/IAE, assim como os demais institutos de C&T, tem gerado uma grande quantidade de inventos, produtos e processos potencialmente úteis e geradores de riquezas e que, na sua ampla maioria, não são registrados, patenteados ou tomada qualquer medida eficiente de proteção intelectual.

d) Transferência de tecnologias

Para haver sucesso na implementação do modelo proposto neste trabalho para a gestão da organização baseada no conceito de competências essenciais, a transferência de tecnologias de fora para dentro e de dentro para fora do Centro deve ocorrer de forma profissional e não amadora, sendo normalmente gestos de boa vontade entre parceiros, ou determinação política do governo (caso do avião Bandeirante e do motor a álcool). A transferência de tecnologia consiste em desenvolver as pesquisas e disponibilizar os seus resultados para a comunidade de pesquisa e desenvolvimento do país.

e) Fatores humanos

Defasagem expressiva de recursos financeiros e descontinuidade na sua liberação, provocando, ao longo dos anos, redução de investimentos em capacitação técnica e em desenvolvimento ou aquisição de tecnologias atualizadas, gerando inevitável atraso no programa e influenciando negativamente a motivação dos servidores envolvidos na fase de desenvolvimento do projeto VLS.

4.4.2 Priorização das linhas de pesquisas científicas para CTA/IAE

A priorização das linhas de pesquisas científicas para CTA/IAE consiste em realizar as atividades dos blocos 1 até 6 descritas no “modelo sistêmico de gestão estratégica de P&DI (ver Figura 3.8). O diagnóstico de gestão organizacional do instituto foi realizado no item anterior e para analisar as macrotendências das linhas de pesquisas no setor aeroespacial, tanto no ambiente mundial (MIT, NASA, ESA etc.), como no ambiente nacional (MCT, FAB, MARINHA etc.), considerando as dificuldades que o instituto enfrenta em termos de gestão de infra-estrutura, organizacional e as restrições governamentais.

O trabalho mais crítico desse modelo não é definir as demandas baseando-se nos cenários nacionais ou estrangeiros, mas, sim, como priorizar essas demandas, para o futuro do instituto, levando em conta a realidade atual. Para identificar dentre as várias demandas promissoras, as que mais se adequam à realidade do CTA/IAE, com base nas competências organizacionais atuais, deve-se desenvolver um planejamento estratégico para criar as competências essenciais “desejadas” para atender as demandas (linhas de pesquisas). O produto final desse estudo será uma lista com às demandas (linhas de pesquisas) mais promissoras no futuro e ao mesmo tempo compatíveis com a organização, com base nos modelos de prospecção e na técnica Delphi, envolvendo a alta gerência do instituto, os pesquisadores, engenheiros e técnicos. A seguir, descreve-se o trabalho de campo realizado para definir as demandas estratégicas para o CTA/IAE.

Conforme a Figura 3.8, a etapa 2 - análise de macrotendências- foi realizada com base nas bibliografias e pesquisa na Internet, para identificar as principais tendências mundiais de pesquisa e desenvolvimento no setor aeroespacial. Foram consultados pesquisadores e chefes de divisões que trabalham no desenvolvimento dos projetos como

VLS, Satélites e lançadores de vários institutos e organizações, dentre eles INPE, CTA, UNICAMP, USP, EMBRAER, UNIVERSIDADE DE NOVA YORK .

A coleta de informações foi realizada com base no roteiro de entrevista apresentado no Apêndice 5, buscando, junto a pesquisadores, os meios de conseguir as informações para definir uma lista de dez ou 15 linhas de pesquisas do setor aeroespacial consideradas promissoras no futuro. Durante o segundo semestre de 2003 foram entrevistados 25 pesquisadores das organizações estudadas, em diversas áreas de atuação no setor aeroespacial (ex: aerodinâmica, energia nuclear, laser, controle, mecânica dos fluidos, termodinâmica, meteorologia, física, sensoriamento remoto, microgravidade etc.). Essas entrevistas possibilitaram o levantamento das publicações, contatos nas universidades e informações bibliográficas com base sustentável. Essa análise de macro-tendências possibilitou a identificação das fontes de informações para definir as demandas do ambiente mundial, isto é, MIT, NASA, ESA e outras organizações de pesquisas no setor aeroespacial. A experiência adquirida pelos pesquisadores brasileiros durante o desenvolvimento de seus trabalhos de mestrado e doutorado no exterior foi de extrema importância e contribuiu muito para as informações e contatos preciosos para levantar a lista de demandas para o CTA/IAE.

No Apêndice 6 estão documentadas várias linhas de pesquisas identificadas. A maioria dessas informações está baseada nas pesquisas de prospecção de futuro nas áreas de Ciência e Tecnologia. Com base nessas informações foi elaborada uma lista de dez linhas de pesquisas, cuja definição contou com a participação de três grupos distintos de pesquisadores dos seguintes institutos: INPE, CTA/IAE e dos principais órgãos de pesquisa e desenvolvimento no setor aeroespacial no Brasil. A técnica utilizada foi *Delphi* (Massoud 2003). A principal contribuição dos pesquisadores do CTA/IAE foi a de priorizar as demandas, levando em consideração o histórico/vocação do instituto. No caso do INPE e das outras organizações, os pesquisadores fizeram a priorização considerando uma potencial aliança estratégica entre o CTA/IAE e seus institutos de origem para o desenvolvimento das linhas de pesquisas.

Uma vez definidas as demandas mais promissoras para o CTA/IAE, a próxima etapa foi a priorização dessas dez linhas de pesquisas e a definição das três entre as dez como sendo as mais recomendáveis de serem desenvolvidas no instituto. Para definir essas três linhas de pesquisas foram envolvidos pesquisadores de várias divisões do CTA/IAE, sempre utilizando a metodologia *Delphi* para a convergência de idéias dos pesquisadores.

Na Figura 4.2 podem ser verificadas as divisões do IAE que participaram da priorização das demandas.

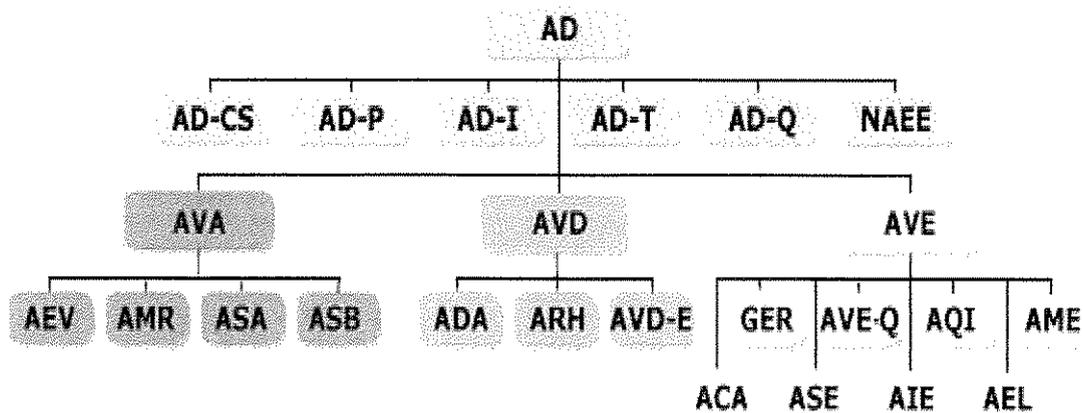


Figura 4.2 – Organograma do IAE.

LEGENDA

AD - Direção do IAE

Coordenadorias:

AD-CS - Comunicação Social
AD-P - Planejamento e Controle
AD-I - Setorial de Informática
AD-T - Setorial da Informação
AD-Q - Setorial de Qualidade
NAEE - **Núcleo de Atividades Espaciais**

Educativas

AVD - Vice Direção Administrativa

Coordenadoria:

AVD-E - Setorial de Assuntos Externos

Divisões:

ADA - Administrativa
ARH - Recursos Humanos

AVA - Vice-Direção Aeronáutica

Divisões:

AEV - Ensaio em Vôo
AMR - Materiais
ASA - Sistemas Aeronáuticos
ASB - Sistemas Bélicos

AVE - Vice-Direção de Espaço

Coordenadorias:

GER - Gerência de Veículos
AVE-Q - Setorial de Garantia da Qualidade e Confiabilidade

Divisões:

ACA - Ciências Atmosféricas
ASE - Sistemas Espaciais
AIE - Integração e Ensaio
AQI - Química
AEL - Eletrônica
AME - Mecânica

Entre as divisões citadas acima no organograma podem ser consideradas como as principais no desenvolvimento e fabricação do VLS as seguintes: ACA, ASE, AIE, AQI, AEL, AME, ASB, AEV, AMR e GER. Foi dada uma importância mais elevada para essas

divisões na hora de decidir os pesquisadores que participaram no estudo *Delphi* em decorrência de sua maior maturidade nos projetos aeroespaciais e nas atividades de relacionamento externo (no país e no exterior).

Os critérios utilizados para definir os profissionais que participaram no grupo de debates foram os seguintes:

- ter participado no projeto VLS;
- ter título de doutorado ou mestrado;
- ter realizado cursos de especialização no exterior;
- ter mais que cinco anos de experiência no setor aeroespacial;
- ter vivência com outros institutos de pesquisa principalmente no exterior;
- ter visão estratégica e noções de gestão estratégica dos projetos no futuro e
- ter publicações no setor aeroespacial.

Foram consultados pelo menos dois profissionais da cada divisão citada acima para definir as dez demandas. Os critérios de decisão sobre quais as demandas mais promissoras foram definidos pelos pesquisadores com título de doutorado e experiência no exterior. Os participantes das entrevistas foram os seguintes profissionais:

- I. Prof. Dr. Waldemar de Castro Leite Filho: Chefe e especialista em Controle, Guiagem e Navegação;
- II. Prof. Dr. Breno Moura Castro: Doutorado na área de engenharia aeronáutica e astronáutica pela Naval Postgraduate School – Monterey - CA. Área de competência: Aerodinâmica, Projetos Aeroespaciais, Sistemas Bélicos, Simulação Numérica, Separação de Cargas de Aeronaves e Propulsão.
- III. Prof. Dr. Jose Bezerra Pessoa Filho: Doutorado em Engenharia Mecânica pela Pennsylvania State University – USA. Área de Competência: Transferência de Calor em Veículos Espaciais, Avaliação aquecimento e Atrito causados pelos Produtos de Combustão de Motores – Foguetes;
- IV. Prof. Dr. Benedito Sá de Araújo Filho: Doutorado na área de confiabilidade na Universidade de Campinas (UNICAMP). Pós-Graduação na França na área espacial;
- V. Dra. Cyntia Junqueira: Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade de Campinas (UNICAMP). Área de competência: Antenas;

- VI. Wilson Kiyoshi Shimote: Chefe da Divisão de Propulsão do VLS. Área de competência: Propelentes Sólidos e Líquidos;
- VII. Odilon Castro Franco Jr.: Coordenador de Projetos Aeroespaciais com especialização na Space Engineering – ISU;
- VIII. Diogo Camara Pereira: Mestrado em Engenharia eletrônica pelo Naval Postgraduate School – Monterey –CA. Área de competência: Processamento Digital de Sinais.

Além dos pesquisadores citados, foram consultados, conforme a necessidade, para decidir e convergir as pesquisas consideradas mais promissoras para o CTA/IAE, no futuro, pesquisadores do INPE que fazem parte do desenvolvimento dos satélites brasileiros. O objetivo de envolver os pesquisadores do INPE é estratégico, pois consiste em realizar *joint ventures* no futuro para o desenvolvimento das competências, processos e equipamentos para realizar as três linhas de pesquisas consideradas as mais importantes para o CTA/IAE.

A décima etapa do modelo geral (ver Figura 3.8) é priorizar as linhas de pesquisas para o futuro. Essa etapa foi concluída com a participação de vários pesquisadores das divisões citadas acima, que são as principais para o desenvolvimento dos projetos espaciais no CTA/IAE.

As dez demandas escolhidas pelos pesquisadores como as mais indicadas para serem desenvolvidas no setor aeroespacial no Brasil, com base nas experiências anteriores e competências organizacionais atuais, são:

- a) *Nano solar cells*;
- b) *Mechatronics and robotics technology*;
- c) *Laser technology*;
- d) Propelente líquido para veículos aeroespaciais;
- e) *Bio computers*;
- f) *Solar cell technology*;
- g) *Natural decomposition plastic*;
- h) *Superconductive materials*;

- i) *Artificial organs;*
- j) *Automobile with non gasoline fuel.*

Com a priorização das dez demandas mostradas anteriormente, as etapas 7, 8 e 10, do modelo geral (ver Figura 3.8), foram realizadas com roteiros de entrevistas junto aos pesquisadores listados acima (ver bloco 9) do modelo geral. Esse roteiro pode ser visto no Apêndice 5. A definição das três demandas mais promissoras foi realizada através das entrevistas, levando sempre em consideração as competências organizacionais atuais existentes na organização e as competências a desenvolver. Nas entrevistas com pesquisadores foram questionadas as novas tecnologias citadas anteriormente e quais delas poderiam ser desenvolvidas no Brasil, levando em conta as competências existentes nos institutos de pesquisas e universidades. Foram verificadas também as competências a serem desenvolvidas ou adquiridas para efetivar as linhas de pesquisas escolhidas.

Na etapa 8 do modelo foi definido pelos pesquisadores que participaram nas entrevistas que as três demandas mais adequadas para futuro próximo (2 a 3 anos) são:

- Laser technology;
- Solar cell technology;
- Artificial organs.

No período de dois ou três anos pode-se desenvolver as tecnologias acima. Já que as mesmas linhas de pesquisas se encontram bastante adiantadas, pode-se utilizar tecnologia de novas matérias, desenvolvidas para o VLS, para manufaturar órgãos artificiais para uso ortopédico e instrumentos cirúrgicos, materiais esportivos e em várias outras áreas de atuação. Como a tecnologia de laser é uma área bem difundida no setor aeroespacial e nos institutos vinculados ao CTA/IAE, há pesquisadores trabalhando sobre a aplicação de laser no tratamento e diagnóstico na área de medicina e outra área com controle das linhas de automação e máquinas de controle de produção. A tecnologia de células solares pode ser aperfeiçoada e ampliar as utilidades na área de “energia alternativa”. Os grupos consultados no estudo usando a metodologia *Delphi* chegaram ao consenso de que o CTA/IAE deve iniciar a gestão estratégica baseada em teorias de *forecasting*, com as três linhas de pesquisas citadas anteriormente: “*Laser technology, Solar cell technology, artificial organs*”. Os participantes dos grupos de estudo acreditam que o conhecimento tecnológico e capital intelectual que o instituto possui nessas três áreas pode ser revertido rapidamente em

recursos financeiros para o instituto, uma vez que a sociedade necessita dessas linhas de pesquisas para melhorar a qualidade de vida.

No ponto de vista do autor, e principalmente dos pesquisadores que participaram nos grupos de estudo, a rápida adaptação das três linhas de pesquisas definidas anteriormente em produtos de consumo com parcerias com fornecedores de pequeno porte, traria recursos financeiros em curto período de tempo e elevaria a motivação que os pesquisadores, engenheiros e técnicos precisam para superar a tragédia do VLS, assim como desenvolver meios próprios para sustentação do CTA/IAE. Esse seria o primeiro plano estratégico para suprir o instituto com recursos financeiros e alto desenvolvimento das demandas futuras (linhas de pesquisas) para o setor aeroespacial.

Baseado nos estudos de prospecção e levando em conta a cultura organizacional do CTA/IAE, a metodologia *Delphi* foi muito útil por ser intuitiva e interativa, e com a convergência das idéias dos pesquisadores, pode-se chegar a conclusão de que o fator crítico da organização CTA/IAE é a escassez das verbas do governo federal para desenvolver projetos espaciais. Essa falta de recursos levou a várias não conformidades no desenvolvimento e lançamento do VLS. Os pesquisadores que participaram nos estudos de *forecasting* e na priorização da demanda para CTA/IAE acharam melhor dividir a lista de demanda em dois grupos. A primeira lista de demanda seria composta com as três citadas anteriormente que vai dar sustentação econômica para o instituto, pois a organização precisa recuperar as perdas causadas pela destruição do VLS, em que morreu um seletor grupo de profissionais, que precisam ser substituídos, para levar adiante as pesquisas no setor aeroespacial e uma segunda lista de demandas com um longo prazo para desenvolvimento do setor aeroespacial para futuro com sustentabilidade, e colocará o Brasil no seletor grupo de países possuidores de tecnologia aeroespacial. Foram definidas, numa segunda convergência de opiniões desse mesmo grupo de pesquisadores, aquelas consideradas emergenciais e estratégicas para a sobrevivência do instituto para evoluir e criar novos projetos. São elas:

- Propolente líquido para veículos aeroespaciais;
- Mechatronics and robotics technology;
- Superconductive materials.

Para tornar a estratégia de “definir a demanda (lista de pesquisas) para o futuro do CTA/IAE, com base nas teorias de *forecasting*”, uma realidade, foi necessário definir um plano de curto e médio prazos, como foi mostrado na definição das duas listas de demanda.

Na primeira lista, foram identificadas as linhas de pesquisas possíveis de serem realizadas rapidamente, com os recursos financeiros e competências que o instituto possui no momento, sem depender de verbas governamentais ou desenvolvimento de pesquisadores para realizar a demanda: “*laser technology, solar cell technology, artificial organs*” as quais podem ser materializadas num período curto de tempo e com recursos possíveis no meio interno. Já as demandas de médio prazo “Propelente líquido para veículos aeroespaciais, Mechatronics and robotics technology e Supercinductive Materials” precisam de recursos governamentais, treinamento de pesquisadores, desenvolvimento de novas competências e participação do meio externo (universidades e institutos de fora do país etc.).

O objetivo principal da demanda de curto e médio prazos é de extrema importância para sobrevivência do instituto, pois são linhas de pesquisas que se encontram adiantadas, isto é, em fase de transformar-se em produto ou bem de consumo e que vão dar auto-sustentação e tempo necessário para treinar e qualificar profissionais de alto nível de qualificação, com mestrado e doutorado para substituir os pesquisadores que morreram na catástrofe do VLS em Alcântara. A sobrevivência do setor aeroespacial é crítica e é necessário muito cuidado nessa fase de transição, pois a má administração da estratégia e a definição das linhas de pesquisas futuras podem comprometer o instituto e os pesquisadores, uma vez que se depende de tempo, de verbas e de restrições governamentais. Por isso, foi tomado muito cuidado para definir demandas que são promissoras e também possíveis de ser desenvolvidas, levando em conta sempre a realidade atual, a cultura e as tradições do CTA/IAE.

Uma vez definida a lista de demandas para o futuro do CTA/IAE, o objetivo é estabelecer como desenvolver e implementar essas linhas de pesquisas no instituto, levantando-se as competências a desenvolver, as ações que devem ser tomadas para desenvolver essas competências interna ou externamente (parcerias) ou comprar patentes, se for preciso. No item seguinte, vão ser definidas as etapas de desenvolvimento do modelo de gestão de conhecimento, que vai envolver gestão de sistema misto de informações gerenciais em pesquisa e desenvolvimento no CTA. O objetivo desse modelo é integrar todas as informações em um mesmo ambiente, atendendo às necessidades dos vários níveis de desenvolvimento de pessoas, processos e equipamentos internos da organização e dos usuários externos.

4.5 Aplicação do modelo de gestão de conhecimento

O modelo de gestão de conhecimento para institutos de P&D, em particular para o CTA/IAE, consiste em visualizar as competências que o instituto possui e planejar as competências necessárias, isto é, selecionar e capacitar rapidamente os “recursos” (pessoas, infra-estrutura etc.) do instituto e gerar alternativas de criação de capacitação para materializar as demandas identificadas no bloco 10 da Figura 3.8.

A Figura 4.7, apresentada neste item, ilustra um processo de desenvolvimento dos projetos de pesquisas, isto é, ordenar as atividades a realizar no CTA/IAE dos blocos 10 até 21 do modelo sistêmico de gestão estratégico para P&D (Figura 3.8). A Figura 4.7 mostra o planejamento, desenvolvimento, implantação e avaliação do desenvolvimento das demandas identificadas como promissoras em portfólio de projetos, com base nas competências essenciais existentes na própria organização P&D, e nas experiências dos projetos anteriores, e define os critérios de seleção dos parceiros que serão sub-contratados ou trabalharão em parceria.

A questão fundamental do modelo de gestão de conhecimento (blocos 11 até 21 da Figura 3.8), neste trabalho, é atingir o objetivo final, que consiste em desenvolver a lista de pesquisas priorizadas (demanda). Para isso, foram traçados objetivos imediatos, como desenvolver as competências necessárias como pessoas, processos e infra-estrutura. A Figura 4.7 mostra as atividades a serem realizadas (trabalho de campo) no instituto, para atingir o objetivo final desse trabalho. Observe que a numeração apresentada na Figura 4.7 guarda estreita relação com a numeração apresentada na Figura 3.8.

Com este objetivo em mente, junto à subdivisão de Recursos Humanos do CTA/IAE, foi criado um grupo de estudo, formado por três pessoas com bastante tempo de serviço e muita experiência nos projetos do instituto. Foram consultados todos os chefes de divisões do instituto para identificar as competências e formação acadêmica e funcional de todos os doutores e mestres.

Com esse grupo foi possível mapear as competências existentes no instituto, com base na formação acadêmica e experiência profissional de cada pesquisador. Foi criada uma lista de mestres e doutores nas várias divisões do IAE, com a qual foi possível identificar as competências que o instituto possui. As competências que precisam ser desenvolvidas

internamente, em parceria ou adquiridas através de patentes, foram definidas em função das linhas de pesquisas prioritizadas.

A primeira etapa foi priorizar o projeto de pesquisa e competências a desenvolver; a segunda etapa foi como desenvolver essas competências. O esforço inicial CTA/IAE foi levantar as competências existentes internamente à organização. Para tal foram selecionados profissionais com cargos de coordenadores de projetos, chefes de divisão do CTA/IAE e membros de recursos humanos. Como pode ser visto nos blocos 10, 11, 12 e 13 da Figura 4.7, foram criadas várias atividades para planejar a execução das demandas consideradas mais importantes para o instituto no futuro.

Este trabalho restringir-se-a em mostrar o procedimento dos passos que devem ser seguidos para atingir a capacitação para desenvolver as linhas de pesquisas. Será montado um exemplo prático (Item 4.5.1), selecionando uma das linhas de pesquisas escolhidas e implementar o processo da Figura 4.7.

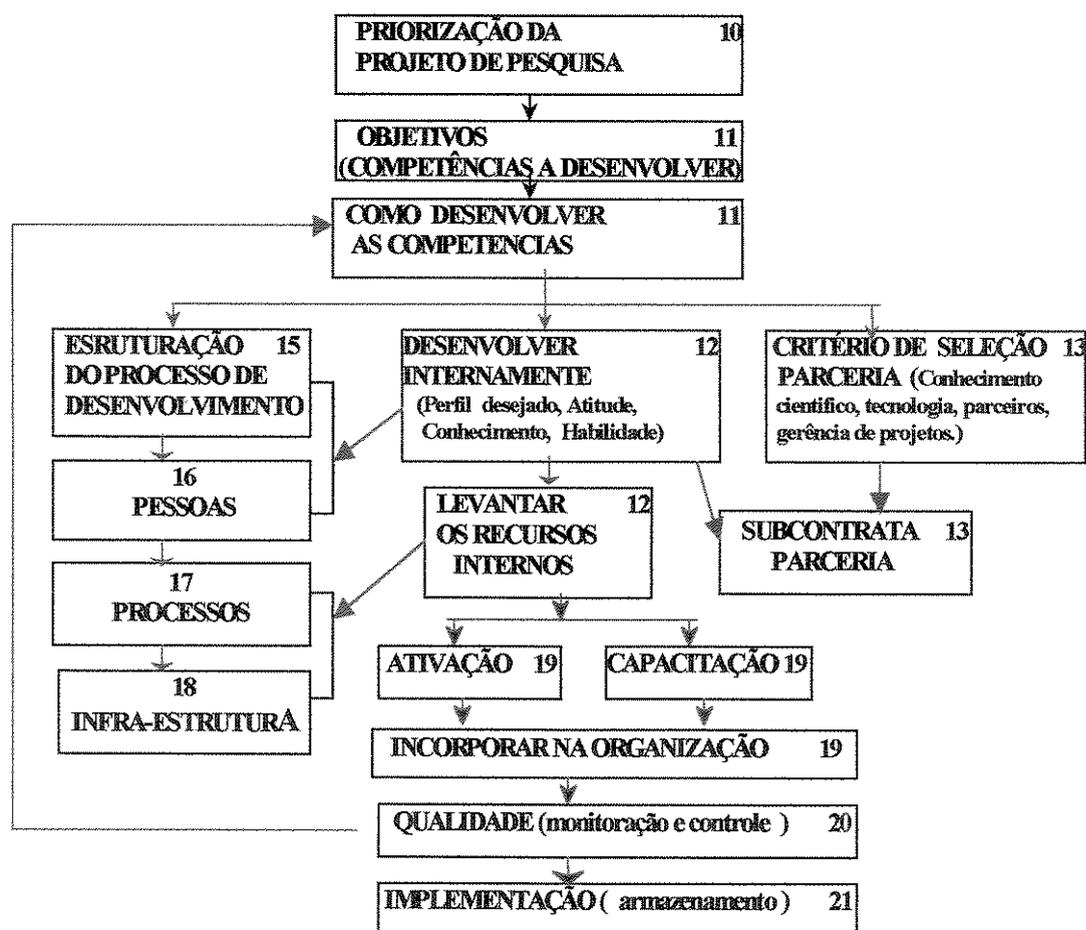


Figura 4.7 – Atividades a realizar no CTA/IAE para desenvolver a linha de pesquisa

A seguir apresenta-se uma breve explicação de como se propõe que funcione o processo de desenvolvimento dos projetos de pesquisa no CTA/IAE e, no final desse capítulo, escolheu-se uma das linhas de pesquisas, simulando-se um estudo de caso, para implementar os passos delineados para o CTA/IAE na Figura 4.7.

Como se pode notar, o primeiro passo é definir o projeto de pesquisa, isto é, ter uma clara visão de onde e como vai se aplicar o projeto de pesquisa, definir o objetivo principal ao desenvolver a linha de pesquisa e delinear objetivos de longo prazo e continuação da linha de pesquisas num futuro de cinco a seis anos. Deve-se ter a clara visão de como prolongar e trazer novos recursos em termos de pessoas, processos e infra-estrutura para a instituição, levando sempre em consideração os riscos de descontinuidade da pesquisa por falta de infra-estrutura e recursos financeiros no futuro.

O desenvolvimento da linha de pesquisa é passível de ser concretizada o mais rapidamente possível, com as competências existentes no instituto e realizando parcerias com outros institutos, universidades ou até empresas privadas (bloco 10 da Figura 4.7). Definido o projeto de pesquisa a desenvolver, os objetivos imediatos consistem em como desenvolver rapidamente a linha de pesquisa em questão, como desenvolver as competências essenciais, os recursos para novas frentes de trabalho e desenvolver novas aplicações da pesquisa no futuro.

Uma vez definidos os objetivos, o próximo passo é a definição das atividades (ver blocos 11,12,13 e 15 da Figura 4.7). O trabalho de campo consistiu inicialmente na identificação das competências do CTA/IAE (bloco 12 e 16), ou seja, levantar as competências dos pesquisadores mestres e doutores do instituto, e os processos e infra-estrutura, isto é, laboratórios, equipamentos, computadores (hardware e software) que as divisões do IAE já possuem para o desenvolvimento das linhas de pesquisas (blocos 17 e 18). Neste trabalho serão verificados os recursos em termos competências, equipamentos e processos, que o instituto possui e os que precisam ser contratados ou desenvolvidos em parceria, isto é, as habilidades, atitudes e conhecimentos que os pesquisadores devem ter (bloco12). Os critérios de seleção de parceiros (bloco13) vão levar em conta o nível de capacitação científica da organização em estudo, a tecnologia que possui (capital intelectual e de projetos desenvolvidos). É extremamente importante para o sucesso do projeto de pesquisa o interesse mútuo, tanto do instituto e da parceira, em desenvolver e proteger as informações gerenciais, científicas e tecnológicas da linha de pesquisa. Deve-se desenvolver plano de ação para a proteção do capital intelectual em desenvolvimento. Os

parceiros podem ser outros institutos de P&D no Brasil ou no exterior, conforme a necessidade de tornar a gestão do projeto de pesquisa viável, com recursos, metas e principalmente os objetivos traçados nos períodos viáveis, para haver um retorno sustentável, tanto para o instituto como para os parceiros. Deve-se tomar cuidados especiais nos critérios de controle dos projetos, para não torná-los lentos e fazer um planejamento para conclusão dos projetos de pesquisas para não faltar recursos.

Com os recursos internos ou juntamente com parceiros, a etapa mais importante é a realização da pesquisa que envolve a ativação dos recursos já existentes na organização, a incorporação dos processos de capacitação na organização (blocos 19), e a avaliação do sucesso do projeto do trabalho. Isto é, deve-se fazer uma análise crítica para ver os pontos positivos e negativos e tomar decisões rápidas para tornar o projeto de pesquisa “lucrativo”, duradouro e inovador para o instituto e para os parceiros. Para isto, deve-se ter critérios de qualidade (bloco 20) para diagnosticar os serviços prestados pelo instituto e o controle do projeto é de extrema importância. Dependendo dos resultados do controle, deve-se reavaliar o planejamento inicial e redefinir a linha de ação das atividades. Só se deve implementar o desenvolvimento da linha de pesquisa (bloco 21) após um estudo bastante detalhado dos recursos e avaliação antecipada do sucesso do projeto, com controle e monitoração das informações e opinião obtida da alta gerência e dos parceiros.

A seguir, aplica-se a metodologia exposta na Figura 4.7 para uma das linhas de pesquisas do portfólio, definido como demanda para o futuro do CTA/IAE no item anterior. Foram consultados os pesquisadores que participaram na definição do portfólio da demanda para identificar a pesquisa mais importante e estratégica para o CTA/IAE, com o objetivo de dar início ao planejamento de implementação da linha de pesquisa. Foi definida como a pesquisa mais importante e de uso imediato o “propelente líquido para veículos aeroespaciais”. Esta linha de pesquisa foi priorizada pelos pesquisadores entrevistados por estar incluída na demanda apresentada no Item 4.4, além de ser de fácil desenvolvimento e ter um retorno relativamente rápido.

4.5.1 Estudo de caso: “Propelente líquido para veículos aeroespaciais”

O objetivo desse estudo é ilustrar a aplicação das várias atividades do desenvolvimento de uma linha de pesquisa, com base no modelo de processos de desenvolvimento dos projetos de pesquisas da Figura 4.7. A seguir, simula-se a realização

no CTA/IAE das atividades para desenvolver o projeto de pesquisa “Propelente líquido para veículos aeroespaciais”

A) Breve resumo “Propelente líquido para veículos aeroespaciais”

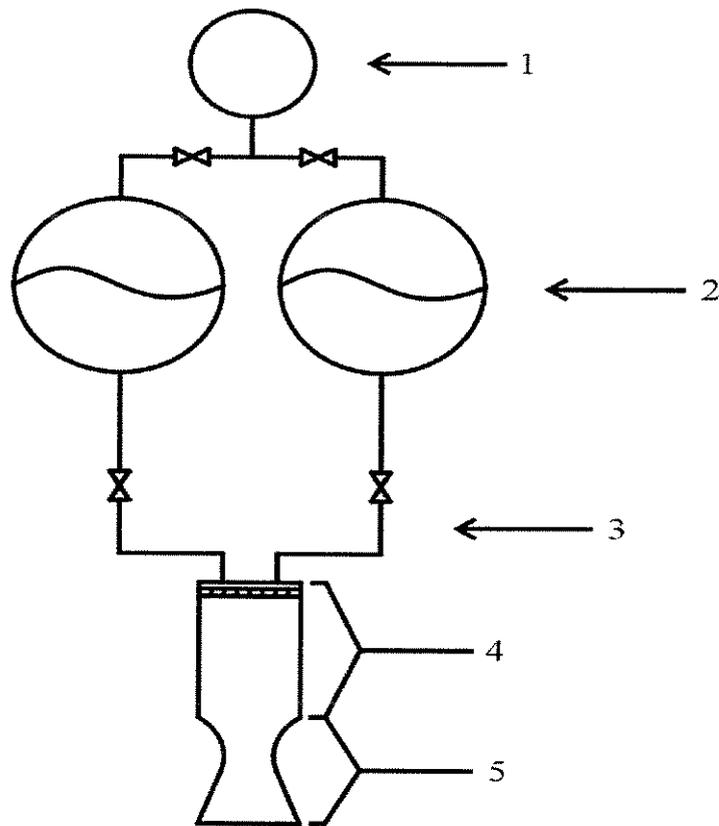
Neste resumo são apresentados os principais conceitos para entender o que vem a ser propelente líquido, a importância dessa tecnologia para o país e as aplicações no setor aeroespacial. Segundo Mario Niwa (pesquisador do CTA/IAE), os propulsores a propelente líquido, utilizados em missões espaciais, podem ser classificados, grosso modo, em duas categorias: principais e auxiliares. Os propulsores principais são projetados para funcionamento à base de bipropelente, para proporcionar altos empuxos durante um longo período de tempo, e são acionados uma única vez durante a fase de impulsão efetiva do veículo espacial ao longo da trajetória. Os propulsores auxiliares, por sua vez, são projetados para funcionar à base de monopropelente ou bipropelente, proporcionam baixos empuxos durante um curto período de tempo e podem ser acionados mais de uma vez, no controle de trajetória, controle de altitude, ajuste de órbita etc.

Atualmente, no Brasil, tem-se pouca experiência em motores foguetes a propelente líquido. O veículo lançador que está sendo desenvolvido no Brasil utiliza em todos os seus estágios motores foguetes a propelente sólido, o que limita o lançador a uma capacidade de colocação de carga útil de 150Kg em órbita. As missões espaciais atuais e futuras requerem, segundo especialistas e pesquisadores do CTA/IAE, capacidades de colocação de cargas úteis na faixa de 1500 Kg a dezenas de toneladas, o que mostra a necessidade de desenvolver lançadores mais competitivos que utilizem motores a propelente líquido, considerando a escassa experiência disponível nesta área no Brasil,

A robustez operacional, a relativa simplicidade mecânica e a diversidade de uso dos sistemas propulsivos baseados em motores foguetes a propelente líquido pressurizado a gás os tornam tecnológica e economicamente mais viáveis na atual realidade brasileira. Convém ressaltar que estes sistemas propulsivos são constituídos modularmente por elementos básicos, como é apresentado na Figura 4.8.

Um outro aspecto importante a ser considerado nesses propulsores diz respeito aos tipos de propulsores utilizados. No caso dos propulsores principais, é desejável que estejam carregados com propelentes de baixa toxicidade e de fácil aquisição, (disponibilidade em grande volume a um baixo custo), por envolverem grande volume de propelentes. Por outro lado, esses propulsores requerem altos investimentos durante o longo período de

desenvolvimento (em torno de dez anos), devido ao elevado porte e envolvimento de tecnologias mais sofisticadas.



1-Reservatórios de gases pressurizantes

2-Reservatórios de propelente

3-Tubulação e seus anexos

4-Câmara de combustão

5-Bocal supersônico.

Figura 4.8 Esquema básico de um motor foguete propelente líquido

Já no caso de propulsores auxiliares, os requisitos anteriores de baixa toxicidade e facilidade na aquisição, muito embora sejam importantes, passam a ser secundários porque o volume de propelente envolvido é pequeno. Os novos requisitos passam a ser ditados pela natureza da função desempenhada pelos propulsores auxiliares que permitem várias partidas durante o tempo de duração da missão, que pode ser de meses ou até anos. Conseqüentemente, é desejável que os propulsores estejam carregados com monopropelente ou bipropelente que sejam estocáveis e de fácil ignição.

Pelo exposto, pode-se verificar que as características desejáveis e os tratamentos dados a cada um desses tipos de propulsores são consideravelmente diferentes.

Conseqüentemente, as pesquisas envolvidas para atingir a capacitação não são exatamente as mesmas. Cabe ressaltar, no entanto, que o estudo de desenvolvimento e capacitação dessa tecnologia é importante para o crescimento do setor aeroespacial e tornará o Brasil o único país no Hemisfério Sul detentor dessa tecnologia essencial para o desenvolvimento dos projetos aeroespaciais.

B) Descrição dos objetivos imediatos e final do projeto de pesquisa

Para se ter essas pesquisas implementadas numa seqüência racional e ao mesmo tempo adequadas aos objetivos do instituto, é necessário conhecer os cenários atuais e futuro do propelente líquido no país. No Brasil, a decisão pela utilização do sistema de propulsão a propelente líquido ocorreu apenas em épocas recentes. A aplicação ainda se restringe aos propulsores auxiliares, que compõem o sistema de controle de rolamento do VLS. No momento, os itens necessários para os próximos lançamentos serão adquiridos no exterior.

Cabe ressaltar, no entanto, que objetivo principal desse projeto de pesquisa do instituto é obter uma alternativa nacional para propulsores dessa classe. Trata-se de um acordo INPE/CTA para desenvolver propelente catalítico a hidrazina (monopropelente). A previsão do acordo era fabricar e ensaiar um protótipo de engenharia e um outro de vôo; porém, atualmente está paralisado após a fabricação do primeiro protótipo.

Nacionalizar essa tecnologia forneceria uma autonomia na construção e controle de veículos aeroespaciais. Após várias entrevistas com pesquisadores do INPE e do IAE, chegou-se a conclusão de que a pesquisa e desenvolvimento de propulsores líquidos no Brasil é viável e muito estratégica para projetos aeroespaciais. Tornar o Brasil independente na tecnologia de controle de veículos aeroespaciais está intimamente ligado com o desenvolvimento dos propulsores líquidos auxiliares.

Quanto à utilização de propulsores principais em veículos lançadores, por outro lado, existem apenas alguns estudos teóricos, cujos resultados confirmam a eficiência do sistema nas melhorias do desempenho. Um estudo efetuado sobre a configuração básica do atual VLS, por exemplo, mostrou que a simples substituição de um dos propulsores principais a propelente sólido por um outro a propelente líquido é viável e pode melhorar o desempenho do veículo (Yoshino, T., Schlingloff, H. & Boscove, 1990). Tendo em vista essa iminente necessidade de propulsores do tipo principal, um levantamento foi realizado para selecionar um par de propulsores nacionais; a conclusão foi a de que o par oxigênio

líquido/querosene é o mais adequado. Maiores detalhes quanto ao motivo dessa escolha pode ser encontrado no relatório de engenharia RT-81-ase-p/94 do CTA/IAE.

Outra pesquisa de campo realizada com entrevistas abertas com pesquisadores nas áreas de propulsão do INPE e CTA/IAE indica que não haverá, por parte do G7 (grupo dos sete países detentores da tecnologia aeroespacial), restrições na aquisição desses dois tipos de propulsores no exterior. É importante salientar, no entanto, que essas aquisições não significam transferência de tecnologia. A experiência inicial, com compras das baias de controle da antiga União Soviética, serve para demonstrar que o que se adquire é um sistema em pacote fechado e não permite aprendizagem mais profunda.

A situação atual dos projetos aeroespaciais do CTA/IAE indica que tanto os propulsores auxiliares como os principais já são necessários para o programa espacial. O programa de capacitar e desenvolver esse motores com parcerias internas e no exterior (Rússia) foi elaborado, levando-se em consideração os objetivos acima apresentados.

C) Programa de identificação e capacitação das competências

Para identificar a capacitação e traçar as linhas de pesquisas foram entrevistados os chefes de subdivisões de propulsão do CTA/IAE e vários pesquisadores que participam nos projetos e treinamentos, no exterior, na área de propulsão líquida. Após várias entrevistas, as principais considerações para capacitar a tecnologia de propelente líquido são:

- O assunto propelente líquido engloba vários aspectos (por exemplo, o tipo de propulsor, o tipo de propelente etc) que necessitam ser claramente definidos para que se possa direcionar objetivamente as pesquisas de capacitação;
- Dentro desse contexto, a proposta do presente programa é obter a capacitação para projetar, fabricar e operar propulsores auxiliares a hidrazina e propulsores principais a oxigênio líquido e querosene;
- O meio escolhido pelos pesquisadores entrevistados para atingir a capacitação tanto das pessoas como dos processos e da infra-estrutura (laboratórios, softwares etc.) foi a execução da seqüência de projetos com grau de dificuldades crescentes;
- Criar um projeto de capacitação para projetar, fabricar e ensaiar propulsor catalítico a hidrazina, de 100N de empuxo, com a participação conjunta INPE/CTA;

- O programa incluirá o projeto, fabricação e ensaio de:
 - (a) Um propulsor catalítico de 100N de empuxo, com o reaproveitamento de componentes já fabricados.
 - (b) Dois propulsores catalíticos de 400N de empuxo (um modelo de engenharia e outro de vôo).

Pretende-se efetuar, para cada projeto, ensaios minuciosos para que se possa estudar os efeitos dos parâmetros mais críticos. Quando cabível, serão estabelecidas correlações empíricas que possam ser utilizadas em projetos subseqüentes.

Além de conhecimento teórico inicial a ser adquirido, as seguintes áreas de competências serão necessárias e devem ser desenvolvidas internamente ou em parcerias:

- Projeto e fabricação de câmara de combustão, injetores, geradores de gás, válvulas controladoras de vazão, banco de ensaios vertical (banco de ensaios para testar o propulsor na posição vertical) etc;
- Sistema de refrigeração da câmara de combustão (refrigeração regenerativa e outros);
- Características de injetores;
- Método de correlacionar propulsores de diferentes dimensões;
- Compatibilidade de materiais com os propelentes;
- Efeitos de parâmetros, tais como pressão de injeção, pressão na câmara, razão de mistura oxidante/combustível, etc., sobre o desempenho do propulsor.

O programa vai envolver a participação do INPE e do CTA. O domínio desses conhecimentos é importante para o INPE pela necessidade de desenvolver motores para aplicações futuras em satélites de maior porte.

D) Levantamento dos recursos internos do CTA/IAE

O próximo passo é identificar os recursos internos do CTA/IAE que podem ser utilizados para o desenvolvimento do projeto. Os recursos apresentados a seguir, em forma de gráficos, são internos e podem ser ativados, isto é, podem ser utilizados de imediato se forem necessários, para o desenvolvimento do projeto de pesquisa em estudo.

Inicialmente, apresenta-se o número de mestres e doutores de cada divisão do instituto que participam no desenvolvimento dos projetos aeroespaciais. O projeto VLS servirá de base para a apresentação.

Conforme a Figura 4.6, organograma do IAE, as divisões que participaram no presente estudo de caso, por estarem diretamente ligados com projeto de VLS, são:

- AMR - Divisão de Materiais;
- GER – Gerência de Veículos;
- ASE - Divisão de Sistemas Espaciais;
- AIE – Divisão de Integração e Ensaio;
- AQI – Divisão de Química;
- AEL – Divisão de Eletrônica;
- AME – Divisão de Mecânica
- AVE-Q – Setorial de Garantia da Qualidade e Confiabilidade.

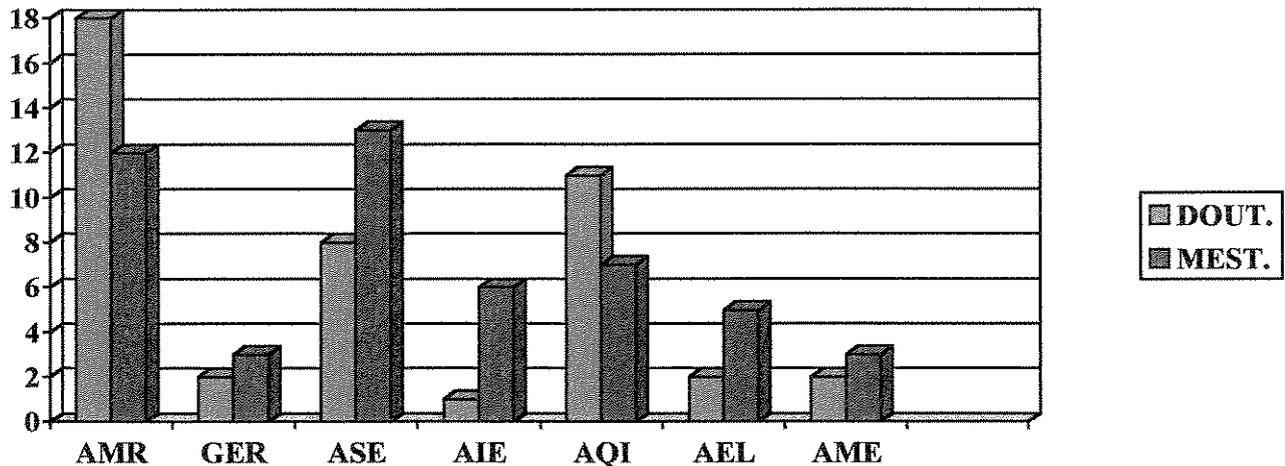


Figura 4.9 – Número de doutores e mestres X Divisão do CTA/IAE.

Após levantar a capacitação do instituto no âmbito de quantidade de doutores e mestres, o próximo passo foi classificar a atuação dos pesquisadores em cinco grandes áreas de conhecimento, relacionadas ao trabalho a ser desenvolvido.

- I. **Propulsão:** são pesquisadores que têm experiência em realizar estudos, pesquisas e desenvolvimento de sistemas propulsivos, principais e secundários, de veículos aeroespaciais e de seus sistemas hidráulicos e pneumáticos;
- II. **Eletrônica:** são pesquisadores que têm conhecimento em projeto, desenvolvimento, aquisição, integração e testes de sistemas eletrônicos;

- III. **Mecânica:** são pesquisadores com experiência em desenvolvimento tecnológico em fabricação de componentes mecânicos e estruturas;
- IV. **Aerodinâmica:** são pesquisadores que têm vivência em estudos referentes à aerodinâmica, aeroacústica, aerolasticidade de veículos e sistemas espaciais (nos âmbitos numéricos e experimentais) e desenvolvimento da capacidade tecnológica nesta área;
- V. **Estruturas:** são pesquisadores que têm conhecimentos em estudos referentes a estática, dinâmica, termoelasticidade, viscoelasticidade de estruturas; especificação, acompanhamento da fabricação e análise dos ensaios estruturais de veículos espaciais; estimativa das cargas atuantes sobre os veículos no solo e em vôo.

O gráfico da Figura 4.10 mostra as competências que cada divisão possui, em termos das cinco grandes áreas de conhecimento. Esse levantamento foi feito para identificar as áreas mais fortes de cada divisão. Quando se tomar a decisão de desenvolver a linha de pesquisa, esta classificação vai facilitar a identificação das demandas a desenvolver e também proporcionará uma visão ampla ao realizar parcerias com outros institutos.

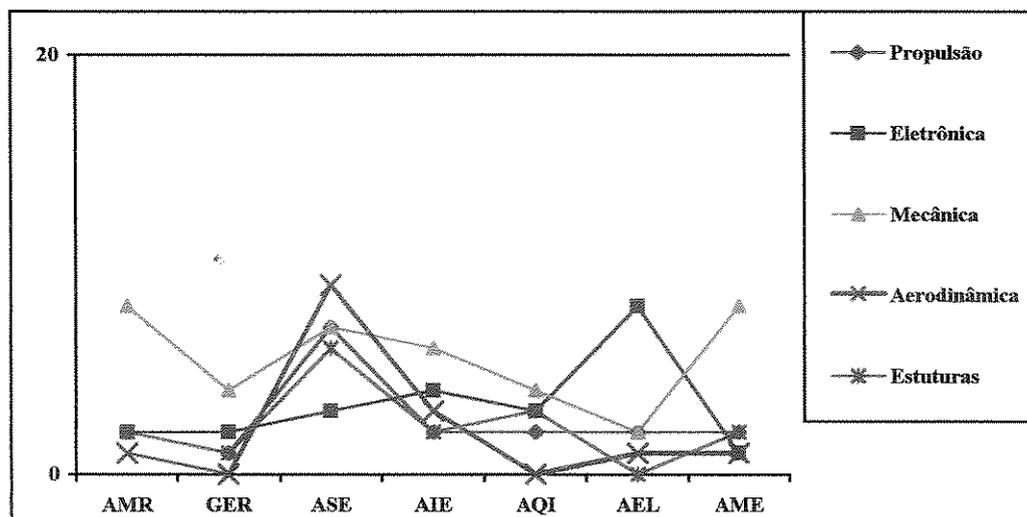


Gráfico 4.10 – Quantificação das Competências nas Divisões

Após levantar as competências internas existentes no instituto, como foi mostrado nos Gráficos 4.9. e 4.10, o próximo passo foi identificar as principais atividades de pesquisas e infra-estrutura a serem desenvolvidas externamente ao instituto, nas áreas de propulsão, eletrônica, mecânica, aerodinâmica e estruturas. No item a seguir serão

apresentadas as principais atividades a desenvolver, com a colaboração de dois pesquisadores do CTA/IAE na área de propulsão líquida. Os dois pesquisadores que identificaram as principais necessidades de cada área têm vasta experiência no setor aeroespacial e realizaram cursos de especialização no Moscow Aviation Institute (MAI) na área de propulsão líquida.

E) Classificação das áreas demandadas para desenvolver a linha de pesquisa.

O trabalho de campo realizado nesse item consistiu em identificar as principais tecnologias e infra-estrutura para desenvolver a tecnologia de propulsão líquida no CTA/IAE. Inicialmente, serão levantadas as principais necessidades a desenvolver na área de propulsão, eletrônica, mecânica, aerodinâmica e estruturas. Definidas as necessidades de cada uma das áreas, tendo as competências internas já identificadas, será feito um estudo de adaptação das competências internas para atender às áreas demandadas para desenvolver a linha de pesquisa (pessoas e infra-estrutura). Com esse levantamento, será possível avaliar as necessidades de realizar os estudos em parcerias.

O estudo de necessidades das demandas x adaptação das competências internas desse trabalho foi realizado com a colaboração dos pesquisadores na área de propulsão. A metodologia utilizada foi entrevistas abertas, isto é, foram entrevistados três pesquisadores que adquiriram conhecimento teórico sobre propulsão líquida no exterior. As entrevistas foram conduzidas para levantar as necessidades de desenvolvimento tecnológico e pesquisa básica a serem realizadas para capacitar cada uma das cinco áreas fundamentais para realizar a pesquisa do propulsor líquido. A seguir, serão descritas as demandas necessárias em cada uma das cinco áreas citadas:

Demandas a desenvolver na área de propulsão:

- a. Conhecimento (pesquisa na área química de propelentes):
 - i. Oxigênio líquido + Querosene, Hidrazina (UDMH + NTO (N₂O₄));
 - ii. Oxigênio líquido + hidrogênio líquido e outras alternativas;
- b. Tecnologia de desenvolvimento de “Câmara de Combustão”;
- c. Laboratórios (bancadas de testes) onde devem ser testados os injetores, turbo bombas, válvulas, filtros e tanques a serem desenvolvidos;
- d. Bancadas de ensaios “a quente”, onde vai ser testado o motor desenvolvido;
- e. Ensaios de instabilidade de combustão, sistema de refrigeração.

Demandas a desenvolver na área de Eletrônica:

- a. Tecnologia de sensores;
- b. Sistema de ignição;
- c. Controle e monitoramento durante os ensaios.

Demandas a desenvolver na área de Mecânica:

- a. Pesquisa de novos materiais (condutividade térmica, resistência dos materiais a alta temperatura, proteções térmicas, etc.);
- b. Mecânica de alta precisão para fabricar o motor (usinagem);
- c. Tecnologia de processos de conformação mecânica;
- d. Tecnologia de solda resistente a altas temperaturas;
- e. Pesquisas na área de corrosão.

Demandas a desenvolver na área de Aerodinâmica:

- a. Perfil aerodinâmico otimizado para o veículo;
- b. Cálculo de cargas e ensaios no túnel de vento;
- c. Definição de coeficientes aerodinâmicos para estabilidade.

Demandas a desenvolver na área de Estruturas:

- a. Definição da estrutura de tanques (cálculo estrutural, modal etc.);
- b. Cálculos de resistência e análises estática e dinâmica das estruturas;
- c. Mecanismos de fixação no corpo do foguete.

Definidas as principais áreas de demandas, nas cinco principais áreas citadas anteriormente para desenvolvimento da linha de pesquisa, o próximo passo foi o levantamento, junto às divisões escolhidas (AMR, GER, ASE, AIE, AQI, AEL e AME) da capacitação interna que cada divisão possui em relação às principais áreas a desenvolver. Durante esse levantamento, junto a pesquisadores de cada divisão, foram analisadas as adaptações e formas de desenvolver essas demandas: internamente, contratar ou fazer em parceria com os potenciais institutos e empresas privadas no Brasil e no exterior.

Na Tabela 4.12, são apresentadas as áreas demandadas para desenvolver a linha de pesquisa, bem como a capacitação das principais divisões do CTA/IAE.

A tabela foi montada com base na pesquisa de campo realizada junto a divisões e experiência dos pesquisadores especializados na área de propulsão líquida. O presente estudo levantou as competências a desenvolver ou adaptar nas principais divisões do CTA/IAE. O trabalho foi desenvolvido da seguinte forma: em cada divisão foram levantadas as qualificações (curriculum-lattes) dos pesquisadores, as qualificações e os projetos e publicações desenvolvidos, e com consenso com pesquisadores especialistas na área de propulsão líquida, foi tabulada a necessidade de capacitação:

- **FRACA CAPACITAÇÃO MESMO COM TREINAMENTO:** significa que a divisão não possui pesquisadores que têm capacidade de atuar na área, mesmo com treinamento;
- ● **ALTO NÍVEL DE TREINAMENTO P/CAPACITAR:** significa que a divisão tem profissionais que têm uma noção do conteúdo, mas precisam de alto desempenho no treinamento se for decidido contar com eles;
- ● **POTENCIAL CAPACITAÇÃO C/ TREINAMENTO:** significa que a divisão tem profissionais na área com bom nível de conhecimento, mas precisa investir no treinamento para ter plena capacidade de atuação;
- ● **RESTRICÇÃO:** significa que há pontos bastante fortes, porém os fracos devem ser desenvolvidos para a capacitação; há profissionais com bastante capacitação na área demandada, mas a maioria deles não se engajaria na iniciativa (idade, estabilidade etc.);
- ● ● **ALTO NÍVEL DE CAPACITAÇÃO:** significa que a divisão possui alta capacitação em adaptação das demandas necessárias para desenvolver a pesquisa, mas necessita coordenação e orientação;
- ● ● **ÓTIMA CAPACITAÇÃO:** significa que há capacitação plena necessária a desenvolver a demanda.

Tabela 4.12 Tabela de Adaptação das Demandas a Desenvolver

ÁREAS DEMANDADAS

	PROPULSÃO	ELETRÔNICA	MECÂNICA	AERODINÂMICA	ESTRUTURAS
	Propelente Laboratórios Bancadas Ensaios	Sensores Redes Instrumentação circuitos	Usinagem Soldas Corrosão Materiais Conformação	Perfil Ensaios túnel Coeficientes	Perfil tanques Cálculos estru. Fixações
AMR	●	● ●	● ●	● ●	● ●
GER	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
ASE	● ● ●	● ●	● ●	● ● ●	● ● ●
AIE	●	● ●	● ●	● ●	● ●
AQI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
AEL	●	● ● ●	●	● ●	● ●
AME	● ●	●	● ● ●	● ●	● ●

Como pode ser verificado na Tabela 4.12, são vários os pontos a trabalhar para capacitar os pesquisadores das principais divisões do CTA/IAE, visando atender às demandas a desenvolver, e assim aumentar as chances de sucesso da pesquisa em estudo. O trabalho de campo realizado nesse item identifica junto às divisões o nível de treinamento necessário, para capacitá-las para atenderem às necessidades das demandas, para realizarem as pesquisas, nas cinco áreas (propulsão, eletrônica, mecânica, aerodinâmica e estruturas) definidas como essências para iniciar a pesquisa em estudo.

Após a identificação das capacidades de adaptação das demandas das cinco principais áreas para desenvolver pesquisa na área de propulsão líquida, no próximo item vão ser definidos critérios para seleção dos parceiros externos e internos para a capacitação de pessoas e infra-estrutura. Será realizado um estudo de campo, junto aos institutos, universidades e empresas privadas, para definir os parceiros potenciais, para suprirem as necessidades demandadas para desenvolvimento da pesquisa em estudo.

6. Critérios de identificação das parcerias para desenvolver a linha de pesquisa

Para identificar os parceiros potenciais, e assim complementar ou desenvolver em conjunto as áreas demandadas, foi preciso levantar junto à divisão do IAE /CTA os parceiros que já participaram nas pesquisas científicas com o instituto no passado e verificar as restrições governamentais. Para realizar as parcerias, foi preciso entrevistar pesquisadores de vários institutos, como: ITA, INPE, EMBRAER, IMI, IeAv, UNICAMP, USP, MAI (Moscow Aviation Institute) e outros institutos de pesquisas.

Na Tabela 4.13 são mostrados os resultados da pesquisa de campo para definir candidatos potenciais, e assim desenvolver as pesquisas necessárias e qualificar os laboratórios, equipamentos (infra-estrutura) e fornecedores. A tabela também mostra o nível de capacitação que cada instituto possui para desenvolver as várias etapas da pesquisa em propelente líquido para o setor aeroespacial no CTA/IAE.

O convênio com a antiga União Soviética está sendo de grande valia, pois vários pesquisadores do CTA/IAE tiveram oportunidade de realizar treinamentos nas áreas de engenharia mecânica, desenvolvendo equipamentos para laboratórios de ensaios, áreas de propulsão propriamente dita, e, principalmente, nas áreas de termodinâmica aplicada.

Os institutos que estão envolvidos nessa cooperação internacional são ITA, INPE e IAE. No total foram 18 membros, entre pesquisadores civis e militares; o domínio desse conhecimento é importante para o INPE pela necessidade de desenvolvimento para aplicação futura em satélites de maior porte. Pelo INPE a participação foi de:

- Coordenadoria de Engenharia e Tecnologia Espacial;
- Laboratório de Combustão e Propulsão INPE- Cachoeira Paulista.

Pelo CTA participaram na cooperação:

- Departamento de Propulsão do ITA;
- Grupo de Dinâmica dos Gases do IeAv;
- Divisões de Ensaios do IAE;
- Divisão de Mecânica do IAE;
- Divisão de Suporte Técnico do IeAv;
- Subdivisão de Apoio da Divisão de Administração do IAE;
- Subdivisão de Propulsão da Divisão Sistemas Espaciais do IAE.

Tabela 4.13: Capacitação das competências dos parceiros

		IEAv	INPE	ITA	MAI	Makeyev	CNES
Propulsão	Câmaras de combustão		***	**	***	***	***
	Definir propelentes			**	***	***	***
	Laboratórios/bancadas	**	***	*	***	***	***
Eletrônica	Sensores/circuitos	**	*	**	***	***	***
	Redes	*	*		***	***	***
	Instrumentação	*	**	*	***	***	***
Mecânica	Materiais		**	**	***	***	***
	Corrosão		**	**	***	***	***
	Usinagem / Soldas	*	*	**	***	***	***
Aerodinâmica	Ensaio túnel			*	***	***	***
	Perfil		*	**	***	***	***
	Coefficientes			***	***	***	***
Estruturas	Tanques/c.carga		*	**	***	***	***
	Calculo de resistência		**	**	***	***	***
	Fixação		*	*	***	***	***

* Possui Baixa Capacidade

** Possui Média Capacitação

*** Possui Alta Capacitação

Até agora, foi apresentado, nesse item, o processo de priorização e desenvolvimento da linha de pesquisa mais importante para curto e médio prazos para o CTA/IAE. Foram mostradas as atividades desenvolvidas e os resultados do estudo de caso realizado no CTA/IAE, com base no modelo de gestão de conhecimento.

Na Tabela 4.14 são apresentados os resultados obtidos de estudo de caso, junto a órgãos internos do CTA, institutos de pesquisas e universidades, para desenvolver as demandas consideradas essenciais e estratégicas para alavancar e trazer recursos para o desenvolvimento de projetos de grande porte no setor aeroespacial no CTA/IAE. As três tecnologias, Laser Technology, Artificial Organs e Solar Cell Technology explanadas no Item 4.4.2, são de grande importância no mercado interno e externo, com aplicações imediatas de grande importância e rápida adaptação no mercado. Foram realizados contatos junto a universidades e institutos em nível nacional, para viabilizar e desenvolver essas tecnologias. As parcerias apresentadas na Tabela 4.14 são uma solução estratégica, baseada no nosso modelo em desenvolvimento. Espera-se que no futuro próximo o instituto se

beneficie com esse estudo, podendo levantar recursos financeiros suficientes, para tornar independente o setor aeroespacial, que hoje depende única e exclusivamente dos recursos do governo federal.

Tabela 4.14: Parceiros para desenvolvimento das demandas estratégicas

	CTA/IAE	ITA	INPE	USP	UNICAMP
Laser Technology	***	***	***	***	***
Artificial Organs	**	**	*	***	***
Solar Cell Tecnology	***	***	***	***	***

Como se pode verificar, os institutos e universidades citados acima têm grande potencialidade para materializar as pesquisas consideradas estratégicas, juntando as competências essenciais. Com isto pode se ter a infra-estrutura e um panorama de diversidade institucional, que representa um desafio de articulação exigindo uma estrutura de modelo de gestão institucional como proposto nesse trabalho, para a organização das ações de planejamento e fomento dos institutos de P&D.

No próximo item apresenta-se a aplicação do modelo de garantia da qualidade (bloco 20 da Figura 3.8 e Figura 4.7) e definem-se os índices de qualidade de serviços prestados pelas divisões e fornecedores do CTA/IAE fundamentado no modelo de garantia da qualidade do(Krishna 2001)

4.6 Aplicação do modelo de garantia da qualidade

A garantia de qualidade corresponde à identificação dos níveis de qualidade das divisões e fornecedores que desenvolvem os projetos do CTA/IAE (projeto VLS), bem como dos serviços prestados nas empresas de referência que participaram no estudo de benchmarking, conforme bloco 20 da Figura 3.8. A seqüência do desenvolvimento é:

- Descrição das empresas de excelência;
- Entrevistas com as empresas de referência;
- Definição e descrição das divisões pesquisadas no CTA/IAE;
- Pesquisa nas divisões CTA/IAE baseada em roteiros de pesquisa;
- Entrevistas nas principais divisões do IAE;

- Identificação dos fornecedores críticos do IAE;
- Entrevistas com os fornecedores críticos do IAE;
- Restrições vinculadas a organização governamental;
- Requisitos específicos do CTA/IAE e espaço;
- Definição dos critérios de comparação dos dados coletados;
- Metodologia da pontuação;
- Resultados.

4.6.1 Descrição das empresas de Excelência:

Como foi dito no Capítulo 3, a seleção das empresas de referência foi feita levando-se em conta os projetos similares com projetos desenvolvidos pelo CTA/IAE, projetos vinculados ao Governo Federal, que participam de licitação, apresentam sistema administrativo rígido (militar) e fabricação sob encomenda. Nesse item, serão descritas as empresas com suas principais informações.

As “empresas” de referência escolhidas para realizar o estudo de benchmarking foram: Embraer, Helibras, Marinha e Mectron. A seguir tem-se uma posição resumida de cada uma:

Embraer

Fundada em 1969 como empresa estatal de capital misto, foi privatizada em 1994. Seus atuais controladores detêm 60% de seu capital votante, distribuído entre o Grupo Bozano, Simonsen e os fundos de pensão Previ e Sistel. Em 1999, a Embraer formalizou uma aliança estratégica com um grupo formado pelas maiores empresas aeroespaciais francesas - EADS, Dassault Aviation e Thomson-CSF, que adquiriram 20% do capital votante da empresa. Alianças desse tipo ajudam a Embraer a ter acesso a novas tecnologias, melhorar seus processos de fabricação e desenvolver novos mercados para seus produtos. O espírito empresarial que permeia a Embraer tem resultado em melhorias significativas na sua eficiência, na qualidade dos seus produtos e serviços, bem como na sua lucratividade.

Localizado na sede da Embraer em São José dos Campos (SJC), SP, o suporte ao cliente tem ainda dois centros de apoio localizados na Embraer Aircraft Corporation (EAC), em Fort Lauderdale (FLL), Florida, EUA, e na Embraer Aviation International (EAI), em Le Bourget (LBG), França.

A Embraer desempenha também um papel estratégico no sistema de defesa brasileiro - mais de 50% da frota da Força Aérea Brasileira é constituída de produtos da empresa. Mais de 20 forças aéreas no exterior também operam com os produtos Embraer.

A Embraer foi o maior exportador brasileiro de 2003 e emprega mais de 9.000 funcionários, contribuindo ainda para a geração de mais de 3.000 empregos indiretos. A empresa está homologada dentro das normas ISO 9001 e capacitada para projetar, fabricar, vender e prestar serviços de manutenção para aeronaves e peças.

Helibras

A Helibras é a única fabricante de helicópteros em toda a América do Sul, responsável por abastecer o mercado nacional com a maior gama de aeronaves. Inaugurada em 1978 em Itajubá, sul de Minas Gerais, a Helibras tem como acionistas a MGI Participações, o Grupo Bueninvest e o Grupo franco-alemão Eurocopter. É responsável pela montagem, venda e apoio pós-venda dos helicópteros da linha Eurocopter no Brasil, América Latina e países africanos de língua portuguesa. Emprega aproximadamente 300 funcionários altamente especializados e obteve um faturamento líquido, em 98, de US\$ 53,5 milhões.

Além de sua vocação principal, a Helibras se dedica ao desenvolvimento e produção de equipamentos opcionais que atendem às necessidades específicas de seus clientes. São exemplos de opcionais a instalação aeromédica, empregada no Esquilo e no BK 117, além dos sistemas de armamento e blindagem utilizados no Esquilo.

A Helibras, em 1997, obteve o Certificado de Qualidade ISO 9001, emitido pelo BVQI, um dos mais respeitáveis institutos internacionais de certificação de sistemas de qualidade.

A Helibras atende às Forças Armadas Brasileiras, que operam mais de 160 helicópteros da linha Helibras/ Eurocopter às Polícias de diversos Estados.

Hoje, o Brasil ocupa o sétimo lugar na frota mundial de helicópteros, dividida em 80% de helicópteros a turbina e 20% a pistão. A Helibras lidera o mercado brasileiro de helicópteros a turbina com 48% de participação e é a primeira em vendas para o segmento militar.

Marinha

O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) foi criado pelo decreto n. 93.439, de 17 de outubro de 1986, sob o nome de Coordenadoria para Projetos Especiais. Sua denominação foi alterada para CTMSP em 1995.

O CTMSP está instalado no campus da Universidade de São Paulo (USP), onde se encontram outros importantes centros de pesquisas nacionais. Trabalha em pesquisa e desenvolvimento, com o propósito de promover sistemas nucleares e energéticos para propulsão naval. As atividades do CTMSP atendem à decisão da Marinha pelo projeto e construção de um submarino, necessário à preservação dos interesses marítimos do nosso país.

Desde o início, o programa do CTMSP tem contado com a participação ativa da indústria brasileira. O entrosamento com empresas de engenharia e fabricantes nacionais tem propiciado índices crescentes de nacionalização de oficinas, laboratórios e usinas.

Mectron

A Mectron Engenharia, Indústria e Comércio Ltda, fundada em 14 de fevereiro de 1991, sediada em São José dos Campos, São Paulo, é uma empresa formada pela associação de engenheiros de aeronáutica, eletrônica e mecânica; desde a sua fundação a empresa se dedicou a projetos de alto teor tecnológico, atuando nas áreas médica, espacial e militar.

Atualmente, a Mectron é a única empresa brasileira com capacitação plena para o desenvolvimento e fabricação de armamento inteligente, como o MAA-1, um míssil ar-ar de defesa, de curto alcance, que, lançado de uma aeronave é guiado até o alvo através da radiação de calor emitida por este. Este desenvolvimento foi iniciado no CTA em meados da década de 70.

Após a homologação do míssil MAA-1, a Força Aérea iniciou com a Mectron conversações no sentido de começar a produção em série do míssil, de forma a reequipar as aeronaves brasileiras. Como consequência das novas atividades assumidas, o faturamento da firma dobrou de 1999 para 2000, com previsão de crescimento ainda maior em futuro breve. A empresa vê esta nova missão como um novo desafio a ser vencido, como todos os outros do passado. O crescimento da empresa, desde sua fundação há nove anos, foi e

sempre será fruto de suas respostas às necessidades do país de se inserir como agente ativo no cenário mundial da atualidade.

4.6.2 Entrevistas com as empresas de referência

Nesse item são descritos os procedimentos para realizar as entrevistas. Tais como contatos com os entrevistados, coleta e documentação das informações para análise, informações dos entrevistados, critérios para definir o entrevistado, o processo de encaminhamento dos roteiros, o conteúdo das entrevistas e os pontos que motivaram os entrevistados a participar nesse estudo de benchmarking.

Na metodologia de benchmarking é importante a escolha dos entrevistados. A qualidade dos resultados obtidos desse estudo está diretamente ligada ao interesse e a motivação desses parceiros em fornecer as informações desejadas. Para tornar esse estudo de benchmarking eficiente foram estabelecidos vários pontos importantes para definir os participantes das entrevistas, listados a seguir:

- Gerência na área de qualidade;
- Bom conhecimento dos projetos aeroespaciais;
- Capacidade de liderança e autoridade para conduzir as entrevistas com eficiência;
- Autoridade para fornecer informações necessárias e precisas;
- Pelo menos cinco anos de experiência na empresa;
- Boa compreensão das normas NBR ISO 9000 e aplicação dos conceitos;
- Participação ativa na política de qualificação dos fornecedores da empresa;
- Interesse em trabalhos acadêmicos junto com universidades;
- Visão global no setor aeroespacial e interesse em melhorar a qualidade do setor.

Para definir os nomes dos entrevistados com o perfil acima, foram consultados vários pesquisadores da Agência Espacial (AEB), responsável pela política espacial brasileira; professores acadêmicos da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP); Universidade de Campinas (UNICAMP); Universidade de São Paulo (USP); Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA); empresas de consultoria na área de qualidade; Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), órgão responsável pela homologação das aeronaves; Fundação Vanzolini; Associação Valeparaibana de controle da Qualidade (AVCQ); e os próprios funcionários - chave das empresas escolhidas para fazer o estudo.

As várias etapas percorridas durante a coleta de dados podem ser vistas no macrofluxo do planejamento das entrevistas da Figura 3.7. Nesse fluxo as atividades foram ordenadas de uma forma cronológica, desde a etapa 1 -definição dos nomes dos entrevistados- até a coleta e análise dos dados, e os resultados finais.

4.6.3 Definição e descrição das divisões pesquisadas no CTA/IAE

As divisões escolhidas para responder o roteiro de pesquisa e as entrevistas para diagnosticar os pontos a serem melhorados foram:

Divisão de Química

A Divisão de Química do IAE se responsabiliza pelo desenvolvimento do propelente usado no VLS, prepara os motores do VLS para ensaios hidráulicos; desenvolve as proteções térmicas; fornece a matéria-prima para sistemas pirotécnicos, e é responsável pelos laboratórios químicos, faz análises químicas e o carregamento dos motores.

Divisão de Eletrônica

A Divisão de Eletrônica responde por toda a parte eletrônica do VLS; faz a integração e ensaio das redes elétricas de todos os estágios do VLS; desenvolve o computador de bordo, que é responsável pela navegabilidade e controle do veículo; desenvolve antenas e sistemas de inércia; é responsável pela inicialização dos ignitores; desenvolve redes com confiabilidade para componentes pirotécnicos; controla e testa todos os componentes importados do exterior e especifica a compra.

Divisão de Mecânica

A Divisão de Mecânica se responsabiliza pela manufatura dos componentes do VLS; desenvolve o processo de fabricação; define a matéria-prima; controla os fornecedores para desenvolver processo com novas tecnologias; faz o tratamento térmico dos motores do VLS; controla o bom andamento da montagem do VLS durante os ensaios e mantém sob seu controle todas as oficinas mecânicas do instituto.

Divisão de Projeto e Ensaios

A Divisão de Projeto fez o estudo preliminar para todos os projetos do IAE. É responsável por todos os desenhos do projeto VLS; realiza os cálculos de carga e análise estrutural do veículo; define os principais ensaios a realizar e faz cálculos aerodinâmicos.

A Divisão de Ensaios realiza todos os ensaios necessários para a integridade do veículo; faz a montagem do VLS; faz simulação da separação dos vários estágios do VLS; faz ensaios dinâmicos e estáticos; faz ensaios de propriedades de massa e análise modal, desenvolve ferramentas para montar o VLS.

O bom andamento das duas divisões é um fator importante para o sucesso do projeto VLS.

Divisão da Qualidade

A Divisão da Qualidade responde pelo recebimento de todos os componentes manufaturados do VLS; controla a Divisão de Meterologia; define o controle dimensional a ser verificado ao receber uma peça manufaturada; e responde pela confiabilidade do VLS.

4.6.4 Pesquisa nas divisões CTA/IAE baseada em roteiro de pesquisa

Os roteiros de pesquisa desenvolvidos, Apêndice 1, foram respondidos por todas as divisões definidas. Procurou-se sempre a integridade das respostas, através da comparação dos roteiros das pessoas escolhidas de cada divisão, para se avaliar a qualidade da divisão. Foi dada uma atenção especial para as pessoas que estavam respondendo aos roteiros e esclarecidas todas as dúvidas que surgiam ao responder as perguntas.

Todas as divisões tiveram uma resistência em responder o roteiro por temer comprometer a divisão perante a direção do instituto. Foi feito um esclarecimento para mostrar que a pesquisa não está sendo feita para criticar ou comprometer a divisão perante a diretoria, mas sim para procurar soluções viáveis para o sucesso do projeto VLS. Mesmo com todas as explicações, não foi possível convencer todos os membros escolhidos. Foram feitas visitas após a entrega dos roteiros respondidos para verificar a autenticidade das respostas, foram realizados vários encontros para esclarecer e mostrar que o estudo é para sugerir uma melhoria na qualidade dos serviços prestados pela divisão e não para punir.

As informações foram tabuladas e atribuiu-se uma nota entre 0 a 100 para cada requisito do roteiro de pesquisa. Os resultados do roteiro de pesquisa são mostrados no Item 4.6.12.

4.6.5 Entrevistas nas principais divisões do IAE

O objetivo dessas entrevistas foi avaliar a qualidade dos serviços prestados pelas divisões, identificar quais são os clientes internos de cada divisão e qual a preocupação da

divisão quando se trata de fornecedores internos e externos e identificar os pontos críticos para o setor. As informações colhidas nas entrevistas são de extrema importância para definir o modelo de gestão estratégia para o IAE.

Ao longo das entrevistas realizadas nas divisões do IAE, percebeu-se que existem alguns pontos críticos em comum em todas as divisões. Essas informações foram de extrema importância para definir o modelo estratégico para o futuro organizacional do CTA/IAE. São elas:

1. Retrabalho, Problemas de Montagem

- Especificação / desenhos obsoletos;
- Fornecedores sem controle;
- Falta de padronização para atividades (procedimentos internos);
- Custo de componentes e prazos - inviabilizam a rejeição de componentes (feitos sob encomenda), ajustes;
- Falta de flexibilidade.

2. Escassez de Pessoal

- Órgão federal;
- Aposentadorias e sem reposição;
- Aalta de concursos, situação atual do governo.

3. Prazos

- Planejamento / cronogramas top down;
- Demora da liberação de verbas pelo governo federal.

4. Conscientização e treinamento de pessoal

- Falta de recursos;
- Organismo federal.

5. Organização Rígida

- Militar;
- Legislação federal, Lei 8666 (licitações).

6. Falhas de Comunicação entre Cliente e Fornecedor

- Pessoal altamente especializado, porém, sem visão global;
- Falta de mecanismo para integração dos vários setores.

Como exemplo tem-se: pessoal de projeto sem vivência na área de montagem, o que ocasiona transtornos, como ajustes e adaptação de ferramental.

Esses pontos críticos citados são restrições do IAE e serão tratados com atenção especial ao desenvolver modelo de gestão da qualidade, o modelo de gestão organizacional, o modelo de gestão de conhecimento e, principalmente, nos estudos e desenvolvimento do modelo integrado e sistemático de gestão estratégica.

4.6.6 Identificação dos fornecedores críticos do IAE

Entre os vários fornecedores do IAE, foram escolhidos três considerados críticos. São fornecedores que desenvolvem componentes como a tubeira, o ignitor, sendo a tecnologia de manufatura desses componentes de extrema importância para a performance do veículo lançador de satélite. Como os contratos do IAE são aprovados por meio de licitações, é muito importante desenvolver fornecedores que já passaram pelas licitações. A seguir é apresentada uma breve descrição dos fornecedores considerados críticos.

Abril

A Indústria Mecânica Abril Ltda. fundada em 1976, localiza-se em Santo André, São Paulo. Classificada como empresa de médio porte, com 225 funcionários, presta serviços há 24 anos, construindo máquinas e equipamentos mecânicos, fornecendo moldes, dispositivos e ferramentas e presta serviços de usinagem em peças de médio e grande porte para o CTA/IAE.

É uma empresa privada, sem filiais, tem faturamento anual de R\$19 milhões e os principais clientes são: Volkswagen do Brasil, General Motor e Phillips do Brasil. Não é certificada e tem apoio financeiro da gerência para implantação do sistema de qualidade.

J&C

A empresa J&C Indústria Mecânica Ltda. tem duas fábricas, em Minas e São Paulo capital. Presta serviços há 12 anos na área de usinagem de precisão; está classificada como pequena empresa e tem 20 funcionários. O faturamento anual é de aproximadamente R\$800.0000,00 reais.

Os principais clientes são: Petrobras, CTA, Sidel. Não possui manual de qualidade e tem há 12 anos equipe de qualidade, com apoio moderado da alta gerência para melhorar o sistema de qualidade da empresa. Não é certificada, porém segue vários itens da norma ISO 9000. É uma empresa de extrema importância para o CTA/IAE.

Metálica Montagens Ind. Ltda.

A Metálica está estabelecida em São José dos Campos, São Paulo. A empresa é considerada de pequeno porte e desenvolve trabalhos de usinagem e montagens para vários projetos desenvolvidos pelo CTA/IAE. A empresa poderia se capacitar na implantação da norma ISO 9000.

4.6.7 Entrevista aos fornecedores críticos do IAE

Todas as três empresas são de pequeno porte e são muito importantes para o IAE. Elas fornecem componentes de elevada importância para o desenvolvimento do VLS. Foi pedido para os fornecedores críticos do IAE responderem ao roteiro de pesquisa. Com as respostas do roteiro foi possível fazer um estudo comparativo, confrontando os roteiros das empresas de excelência e as divisões do IAE, analisando os pontos a serem melhorados para atingir a qualidade necessária.

Foram realizadas várias entrevistas com os fornecedores críticos e, para garantir a originalidade das informações ao responder o roteiro de pesquisa, procurou-se focar as dificuldades encontradas em cada critério de qualidade, para poder fortalecer o relacionamento com o fornecedor, consolidando o desenvolvimento de parceria.

Os dados colhidos junto aos fornecedores foram documentados de forma a facilitar a tabulação. O resultados desses dados foram plotados em forma de gráficos para análise comparativa dos resultados no Capítulo 5, em que serão realizados estudos comparativos para refinar e melhorar o modelo sistêmico de gestão estratégica para institutos de P&D.

4.6.8 Restrições vinculadas à organização governamental

Nesse item são discriminadas as restrições vinculadas às organizações governamentais. Como o CTA/IAE é vinculado ao Comando da Aeronáutica, segue várias normas governamentais para contratar serviços, homologar projetos, garantir segurança e aprovação de verbas para o desenvolvimento dos projetos. A lei que define a política de contratação dos fornecedores, lei número 8.666 de 21 de junho de 1993, Licitação e Contratos Administrativos, consolidação determinada pelo art.3º da lei número 8.883/94, foi publicada no Diário Oficial da União de 6 de julho de 1994.

4.6.9 Requisitos específicos do CTA/IAE e espaço

Para desenvolver projetos aeroespaciais são vários os requisitos a serem cumpridos, por exemplo, para homologar o projeto Veículo Lançador de Satélite (VLS), item fundamental dentro do Programa Espacial Brasileiro que está, atualmente, em fase de qualificação em vôo, depende de várias entidades.

As entidades responsáveis pela definição dos requisitos específicos de certificação de produtos espaciais são: Agência Espacial Brasileira (AEB), Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DEPED), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (MECB) e Centro Técnico Aeroespacial (CTA), que estão trabalhando para cumprir o Plano Nacional de Atividades Espaciais, criado em agosto de 1996. Cabe a essas organizações estabelecer requisitos específicos da política espacial brasileira e repasse de tecnologia à iniciativa privada.

Para sugerir o modelo sistêmico de gestão estratégica para o setor aeroespacial devem ser respeitados os requisitos específicos de certificação de produtos espaciais. Foram consultados todos os órgão citados acima, principalmente a AEB, responsável pelo estabelecimento da política espacial brasileira.

4.6.10 Definição dos critérios de comparação dos dados coletados

Após a documentação ordenada das informações coletadas nas empresas de excelência, nas divisões do IAE e nos fornecedores críticos definiram-se as seguintes faixas de capacitação: Baixa Capacitação, Mínima Capacitação, Média Capacitação e Excelente Capacitação. A caracterização de cada uma das faixas pode ser verificada nas Tabelas de 4.1 a 4.7.

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não existe procedimentos para análise crítica de contratos	Não define claramente os procedimentos de análise crítica de contrato	Os procedimentos são claros e bem definidos	Procedimentos claros e documentados de forma adequada para consultas rápidas
Não existe controle de prazos dos contratos	Tem controle verbal dos prazos dos contratos	Tem política de controle de prazos dos documentos elaborados	Tem registros computadorizados dos prazos dos contratos
Não tem armazenamento	Armazenamento dos contratos são	Armazenamento adequado dos	Armazenamento computadorizado

Tabela 4.1: Critérios de Comparação para Análise Crítica de Contrato

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não existe planejamento pré-estabelecido para o treinamento dos funcionários	Não define claramente o planejamento para treinamento,	O planejamento dos cursos são claros e bem definidos	Planejamentos claros e documentados nos computadores
Não tem programa de cursos para fornecedores	Tem controle dos cursos realizados por funcionários	Tem política de controle do treinamento dos funcionários	Tem registros adequados e prazos dos contratos de treinamento
Não tem registros do treinamento dos funcionários	Os cursos de treinamento são precários	Armazenamento adequado aos contratos de treinamento	Monitoramento computadorizado da programação de treinamento

Tabela 4.2: Critérios de Comparação para Treinamento de Pessoal

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não existe procedimentos para controle do equipamento de medição	Não define claramente os procedimentos de controle do equipamento de medição	Os procedimentos de controle do equipamento de medição são claros e bem definidos	Procedimentos controle equipamento de medição são claros e digitalizados
Não existe controle de prazos dos equipamentos	Tem controle verbal dos prazos dos equipamentos	Tem política de controle de prazos dos equipamentos	Tem registros computadorizados dos prazos dos equipamentos
Não tem armazenamento adequado	Armazenamento precários dos equipamentos	Armazenamento adequado dos equipamentos	Armazenamento no ambiente controlado

Tabela 4.3: Critérios de Comparação para Controle de Equipamento de Medição

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não existe procedimentos para controle de processo	Não define claramente os procedimentos para controle de processo	Os procedimentos são claros e bem definidos para controle de processo	Procedimentos claros e digitalizado para controle de processo
Não existe controle de prazos para os processos	Tem controle verbal dos prazos para os processo	Tem política de controle de prazos para os processo	Tem registros computadorizados dos prazos de processo
Não tem armazenamento do documentos de processos	Armazenamento precários documentos de processos	Armazenamento adequado dos documentos de processos	Armazenamento computadorizado dos documentos de processos

Tabela 4.4: Critérios de Comparação dos Procedimentos para Controle de Processo

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não existe procedimentos para inspeção de recebimento	Não define claramente os procedimentos para inspeção de recebimento	Os procedimentos são claros para inspeção de recebimento	Procedimentos claros e digitalizados para inspeção de recebimento
Não existe controle de prazos para inspeção de recebimento	Tem controle verbal dos prazos para inspeção de recebimento	Tem política de controle de prazos para inspeção de recebimento	Tem registros computadorizados para inspeção de recebimento
Não tem armazenamento dos documentos	Armazenamento dos documentos são precários	Armazenamento adequado dos documentos	Armazenamento computadorizado dos documentos

Tabela 4.5: Critérios de Comparação para Inspeção de Recebimento

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não Existe planejamento para certificação	Não define claramente o planejamento da certificação	Os procedimentos são desenvolvidos para certificação	Procedimentos claros e tem certificação
Não existe controle de procedimentos	Tem controle verbal dos prazos procedimentos	Tem política de controle de procedimentos para certificação	Tem registros computadorizados dos procedimentos e controle dos mesmos
Não tem armazenamento dos documentos	Armazenamento dos contratos são precarios	Armazenamento adequado dos contratos p/ certificação	Armazenamento computadorizado dos contratos e planejamento

Tabela 4.6: Critérios de Comparação para Certificação

Baixa Capacitação	Mínima Capacitação	Média Capacitação	Excelente Capacitação
Não existe procedimentos para auditorias	Não define claramente os procedimentos de auditoria	Os procedimentos da auditoria são claros e bem definidos	Procedimentos da auditoria são claros e documentados de forma adequada para consultas rápidas
Não existe controle das auditorias	Tem controle verbal das auditorias	Tem política de controle das auditorias	Tem registros computadorizados das auditorias e controle total
Não tem auditores formados	Auditores em treinamento	Tem auditores capacitados	Tem auditorias oficiais contratadas

Tabela 4.7: Critérios de Comparação para Auditoria

4.6.11 Metodologia da pontuação

Nesse item, a cada critério atribuiu-se uma nota de 1 a 100. Na Tabela 4.8 definiu-se o critério de pontuação para cada uma das quatro faixas de capacitação.

Tabela 4.8 Faixa de Pontuação X Nível de Capacitação

Total de pontos	Nível de Capacitação	Resultados
75 a 100	Excelente Capacitação	Aceita sem restrição
55 a 75	Média Capacitação	Pode ser aceita se apresentar ações corretivas
25 a 55	Mínima Capacitação	Reestruturar e reiniciar os trabalhos de melhoria
0 a 25	Baixa Capacitação	Rejeitar

Como se pode ver, a pontuação vai de 0 a 100. A faixa de 0 a 20 foi classificada como Baixa Capacitação, isto é, os serviços prestados não têm qualidade e muito menos controlam os sete critérios de qualidade. Serviços desse nível são inaceitáveis pelo setor aeroespacial e será necessário investir na melhoria de qualidade. Para trabalhar com fornecedores dessa faixa de capacitação, deve-se reavaliar todo o sistema de controle de processo e política de qualidade, mesmo que o fornecedor tenha sido aprovado na licitação.

A faixa de 25 a 55 é classificada como Mínima Capacitação, e precisa melhorar muito para ser um prestador de serviço para o setor aeroespacial. Deve-se preocupar em investir em melhorias dos critérios de qualidade e reavaliar a política de qualidade e a necessidade de uma reeducação, assim como satisfazer às necessidades para adequar a melhoria de qualidade de serviços.

A faixa de 55 a 75 é definida como Média Capacitação. Nessa faixa de serviços, os prestadores de serviços podem ser aceitos se apresentarem ações corretivas, mas podem ser considerados com bom nível de qualidade. Nesse caso, o fornecedor deve ter um acompanhamento para melhorar as ações corretivas necessárias.

A faixa de 75 a 100 é considerada de serviços de excelência e os fornecedores podem ser aceitos sem restrições.

Espera-se melhorar todos os prestadores de serviços para atingir esse nível de qualidade. Já que é necessário continuar tendo sucesso nos projetos, as entrevistas aprofundadas que forem realizadas nesse trabalho objetivam principalmente estudar e melhorar os serviços prestados nesse nível de qualidade e repassar essas práticas para as empresas que precisam melhorar os níveis de qualidade dos serviços prestados.

Com o diagnóstico das empresas, divisões do IAE e fornecedores críticos será feito um estudo comparativo dos pontos fracos e fortes e baseados nas entrevistas aprofundadas nas divisões e nas empresas de excelência, pode-se propor um modelo de qualificação dos fornecedores e um modelo de gestão organizacional mais eficaz no setor aeroespacial.

4.6.12 Resultados

As Tabelas 4.9, 4.10 e 4.11 apresentam os resultados da coleta de dados das entrevistas e roteiros de pesquisa, respectivamente, empresas de excelência, divisões de IAE e fornecedores críticos, conforme pontuação já explicada no Item 4.4.11

A Tabela 4.9 mostra na primeira coluna os sete critérios da qualidade e nas colunas 2, 3 4 e 5, respectivamente, a pontuação da Embraer, Helibras, Marinha e Mectron. Essa tabela foi montada levando-se em conta os critérios de comparação definidos no Item 4.4.10. Teve-se o cuidado de definir bem os critérios para haver uma repetibilidade da pontuação, no caso de alguma empresa querer rever a pontuação descrita nas tabelas.

As informações das entrevistas, as visitas às empresas e a pesquisa aprofundada realizada nas subdivisões das empresas de excelência foram muito importantes para avaliar e pontuar cada critério com segurança, após constatar a autenticidade das informações fornecidas pelas empresas nos roteiros de pesquisa.

Tabela 4.9 Critérios X Empresas de Excelência

Os 7 Critérios da Qualidade de Fornecedores	Embraer	Helibrás	Marinha	Mectron
Análise Crítica de Contrato	80	70	60	70
Treinamento	80	70	80	70
Controle de Equipamento de Medição	90	90	70	90
Procedimentos de Controle de Processo	80	80	80	70
Inspeção de Recebimento	90	70	90	80
Certificação	90	80	70	65
Auditoria	80	75	60	70

A Tabela 4.10 mostra a pontuação das divisões do IAE diretamente ligadas com o desenvolvimento e homologação do VLS. Para conseguir os dados necessários, foram realizadas várias visitas às divisões e entrevistas com pessoas-chave. Procurou-se, também, descobrir as dificuldades das divisões quando prestam serviços às outras divisões do Instituto. No início todos os entrevistados tiveram uma certa resistência em responder os roteiros, por medo de comprometer a imagem da divisão perante a alta gerência do instituto. Foi feito um trabalho de esclarecimento para não comprometer nenhum funcionário do Instituto e todas as informações foram mantidas em sigilo. Somente foi definida a pontuação geral da divisão e as melhorias que devem ser implantadas.

A metodologia para pontuar cada critério foi a mesma utilizada nas empresas. Procurou-se verificar a autenticidade das informações através das visitas e trabalhos já realizados com as divisões durante 14 anos de serviços prestados ao Instituto. Procurou-se respeitar as informações dadas pelos funcionários ao responder os roteiros, e todas as divisões responderam mais do que um roteiro para se ter uma visão geral do ponto de vista dos funcionários. Todos os funcionários chaves foram, de alguma forma, consultados para que o autor pudesse definir a pontuação das divisões apresentadas na tabela.

Todas as informações colhidas nas divisões foram documentadas e registradas para serem analisadas com base nos critérios definidos para a pontuação. As Tabelas 4.9, 4.10 e 4.11 foram montadas com os mesmos critérios definidos no Item 4.4.10. Tomou-se muito cuidado durante a análise dos dados e sua documentação para não haver dúvidas no caso de ser necessário repetir as análises.

Tabela 4.10 - Critérios X Divisões do IAE

Os 7 Critérios da Qualidade de Fornecedores	Qualidade	Eletrônica	Química	Mecânica	Projeto e Ensaio
Análise Crítica de Contrato	50	30	30	60	30
Treinamento	50	50	40	50	50
Controle Equipamento de Medição	40	30	50	50	50
Procedimentos Controle Processo	40	30	30	60	40
Inspeção de Recebimento	50	40	30	40	30
Certificação	30	30	50	50	30
Auditoria	30	30	30	50	30

A Tabela 4.11 foi montada a partir das informações coletadas dos fornecedores definidos como críticos, Item 4.4.8. Foi explicado para cada fornecedor a importância da pesquisa e os benefícios de melhoria de qualidade que o IAE pretende estender aos fornecedores. Deixou-se claro que o estudo é para diagnosticar e não para punir, e espera-se, no futuro próximo, tomar medidas para melhorias, já que passaram por licitação e são fornecedores do CTA/IAE.

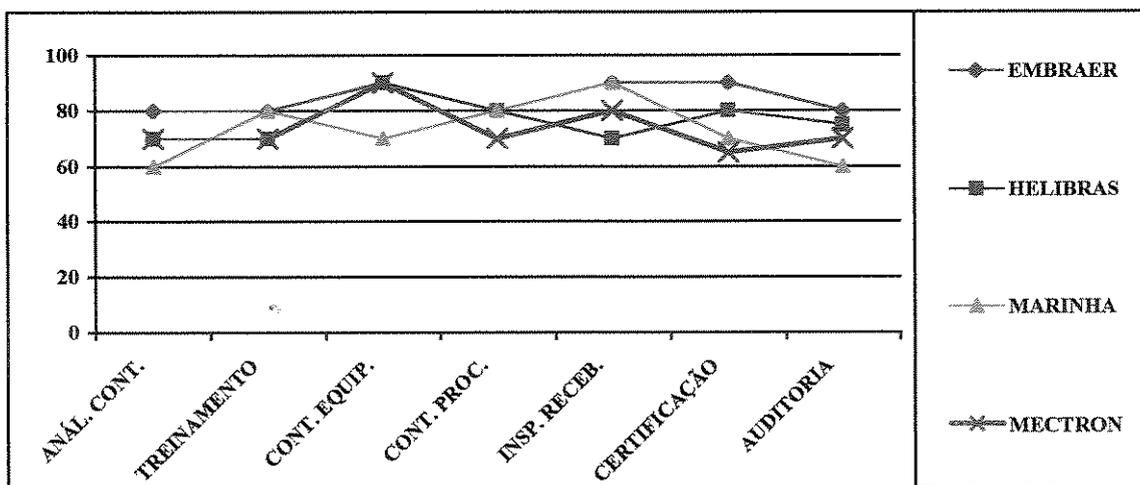
Tabela 4.11 - Critérios X Fornecedores Críticos

Os 7 Critérios da Qualidade de Fornecedores	Abril	J&C	Metálica
Análise Crítica de Contrato	70	40	30
Treinamento	50	30	30
Controle Equipamento de Medição	70	60	50
Procedimentos Controle Processo	60	50	50
Inspeção de Recebimento	70	40	40
Certificação	50	40	30
Auditoria	60	40	30

Foram montados gráficos a partir das Tabelas 4.9, 4.10 e 4.11. Os gráficos mostrados nas Figuras 4.3, 4.4 e 4.5 são os resultados práticos da pesquisa de campo realizada nesse trabalho. O objetivo desse gráfico é poder comparar as empresas de excelência, as divisões do IAE e os fornecedores críticos do IAE e ter uma visão global para definir o modelo de garantia da qualidade e gestão estratégica para CTA/IAE. Os gráficos foram montados com a mesma escala e isso facilita quando se analisar os resultados do trabalho prático que consiste em entrevista, roteiros de pesquisa, visitas e diálogos com funcionários nas entrevistas aprofundadas, em que se procurou absorver a metodologia e as boas práticas das empresas de excelência.

4.7.1 Gráfico Critérios X Empresas de Excelência

Com os dados apresentados na Tabela 4.9 para as empresas de excelência foi construída a Figura 4.3. As curvas de qualidade das empresas Embraer, Helibras, Mectron e Marinha foram representadas em cores diferentes no gráfico. Assim, pode-se analisar os níveis de qualidade dos sete critérios das empresas de excelência e fazer um estudo comparativo com as divisões do IAE e fornecedores críticos.



Faixas de Capacitação

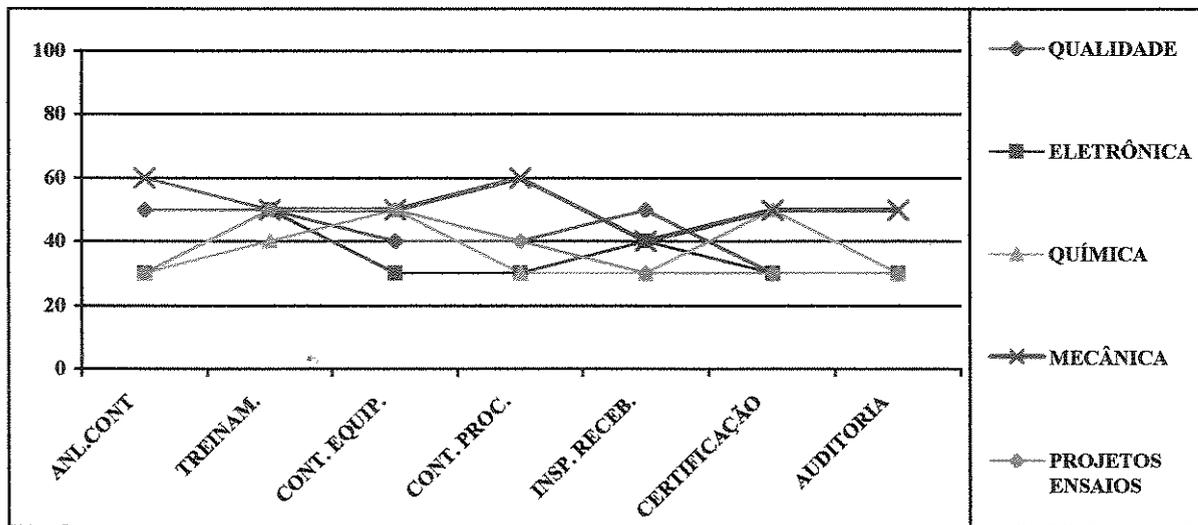
- 0 a 25 – Baixa Capacitação
- 25 a 55 – Mínima Capacitação
- 55 a 75 – Média Capacitação
- 75 a 100 – Excelente Capacitação

Figura 4.3 – Curvas da Qualidade das Empresas de Excelência.

Os pontos mais notórios no gráfico da Figura 4.3 são: todas as curvas de qualidade encontram-se na faixa de excelente capacitação. Isto quer dizer que as empresas desenvolvem serviços de alta qualidade. A empresa Mectron, por ainda ser recente no mercado, precisa melhorar critérios como análise de contrato e auditoria. A Embraer, como já era de se esperar, apresentou o melhor nível de qualidade. Hoje, a empresa exporta aviões para o mundo todo. Com esse gráfico pode-se afirmar em nível nacional que as empresas escolhidas são bons parceiros para o estudo de benchmarking.

4.7.2 Gráfico Critérios X Divisões do IAE

Com os dados da Tabela 4.10, foi elaborada a Figura 4.4, curvas da qualidade das divisões do IAE. Os sete critérios de qualidade, definidos no Item 3.3, são a referência para comparar todos os gráficos. As divisões de Qualidade, Eletrônica, Química, Mecânica e Projeto & Ensaios foram representadas no gráfico com diferentes cores. Pode-se, assim fazer análises comparativas entre as empresas (Figura 4.3), divisões do IAE (Figura 4.4) e fornecedores críticos do IAE (Figura 4.5).



Faixas de Capacitação

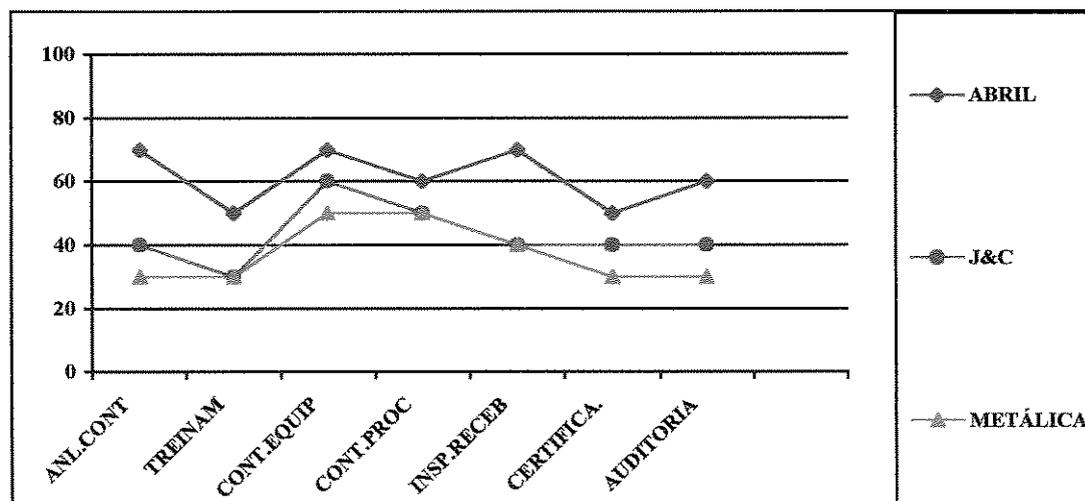
- 0 a 25 – Baixa Capacitação
- 25 a 55 – Mínima Capacitação
- 55 a 75 – Média Capacitação
- 75 a 100 – Excelente Capacitação

Figura 4.4 – Curvas da Qualidade das Divisões do IAE

Na Figura 4.4 nota-se que as divisões do IAE precisam melhorar bastante a qualidade dos sete critérios. Todas as divisões encontram-se da faixa média para mínima capacitação, isto é, inaceitável no setor aeroespacial. O estudo de caso serviu para diagnosticar a qualidade de serviços prestados pelo IAE e a realidade atual do instituto.

4.7.3 Gráfico Critérios X Fornecedores Críticos

Como ocorrido nos gráficos anteriores, foram indicadas as faixas de qualidade dos sete critérios, representadas na Tabela 4.11, para fazer uma análise comparativa com as empresas de excelência e as divisões do IAE. As curvas de qualidade dos sete critérios das empresas críticas Abril, J&C e Metálica foram indicadas nas cores vermelho, azul e verde.



Faixas de Capacitação

- 0 a 25 – Baixa Capacitação
- 25 a 55 – Mínima Capacitação
- 55 a 75 – Média Capacitação
- 75 a 100 – Excelente Capacitação

Figura 4.5 – Curva da Qualidade dos Fornecedores Críticos

A Figura 4.5 mostra a realidade de serviços prestados pelos fornecedores críticos. O nível de qualidade deve ser melhorado para poder atender as necessidades dos trabalhos do setor aeroespacial.

No próximo item 4.6.13 vai ser mostrado os limites de controle ao aplicar modelo geral pagina 82 no CTA/IAE.

4.6.13 Limites de controle ao aplicar o modelo geral no CTA/ IAE

Nesse item vamos descrever os limites de controle ao aplicar o modelo sistêmico de gestão estratégico para P&D da pagina 82 no CTA/ IAE. Ao longo da aplicação do modelo foram feitas várias adaptações para poder qualificar (testar) a funcionalidade do modelo, as adaptações foram feitas para viabilizar a aplicação do modelo ao instituto, a seguir vamos listar as mudanças implementadas:

- O diagnostico da gestão organizacional do instituto foi feito por um grupo de funcionários e familiares do instituto durante a investigação do acidente do VLS na Alcântara. Esse tipo de diagnostico deve ser feito por um equipe neutro.
- A definição da equipe para priorização das linhas de pesquisas para instituto deve ser mais abrangente e com participação e comprometimento da alta gerencia do instituto.
- As linhas de pesquisas escolhidas para desenvolvimento foram influenciadas por pesquisas já em andamento, uma vez que a equipe formada no estudo de caso tem influencia direta nas pesquisas em andamento no instituto.
- O estruturação do processo de desenvolvimento de competências essenciais deve ser mais completo, no estudo de caso foram levantados somente as competências essenciais mais importantes e imediatas para desenvolver propelente liquido.
- O incorporação do processo de desenvolvimento não foi completa na estudo de caso, isso comprometeu a não realização das etapas de controle e armazenamento sistema de informações. Etapas fundamentais para gerar banco de dados par gestão de conhecimento do instituto.

O presente estudo de caso e o primeiro ciclo para qualificar o modelo, o modelo vai ser melhorado, uma vez que a alta gerencia comprometeu em fazer um diagnóstico mais completo do instituto e identificar as demandas com colaboração das consultorias externas do instituto.

No próximo capítulo, analisa-se os principais resultados ao aplicar o modelo de garantia da qualidade, gestão organizacional e gestão de conhecimento no CTA/IAE. Também discute-se o modelo integrado de gestão estratégica para institutos de P&D, que é a principal contribuição desse trabalho, para institutos do setor aeroespacial, onde a metodologia implementada no modelo, faz a integração sistêmica dos conceitos da garantia da qualidade, teoria das competências essenciais e gestão de conhecimento.

Capítulo 5

Análise dos resultados obtidos do estudo de caso CTA/IAE

5.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é mostrar e analisar os resultados obtidos ao aplicar, de forma integrada, os modelos de garantia da qualidade, gestão organizacional e gestão do conhecimento. Para isso, é essencial estabelecer relações entre causa e efeito dos índices de qualidade dos serviços prestados no setor aeroespacial, baseados no modelo de garantia da qualidade.

São mostradas as principais pesquisas a serem desenvolvidas pelo CTA/IAE com base nas teorias de *forecasting* e na gestão organizacional baseada nas competências essenciais e, finalmente, serão discutidos os principais resultados da gestão de conhecimento na organização.

5.2 Análise dos resultados

A análise dos resultados apresentados a seguir surgiu de um estudo de caso realizado no CTA/IAE. Inicialmente mostram-se os índices de qualidade das divisões que desenvolvem os projetos aeroespaciais no CTA/IAE, divisões estas que estão ligadas diretamente ao desenvolvimento de novos projetos e ao desenvolvimento do VLS. Foram verificados os índices de qualidade dessas divisões e comparados com os índices das organizações consideradas de excelência no Brasil nesse setor.

Os comentários a seguir são extremamente importantes para delinear o modelo integrado de sistema de gestão estratégica para institutos de P&D, uma vez que os níveis de qualidade dos serviços prestados pelas divisões aos institutos condicionam o sucesso dos projetos de pesquisas da organização de P&D. Os resultados obtidos com teorias de prospecção (lista de demanda), no item 4.5, a definição de parcerias e desenvolvimento de competências, no item 4.6, só terão sucesso se forem sanados os problemas de não conformidade dos serviços prestados pelos institutos de P&D em estudo. Inicialmente foram analisados os resultados apresentados nas figuras 4.3, 4.4 e 4.5. Os pontos (conforme definidos na Tabela 4.8) verificados a seguir devem ser considerados na reestruturação da organização:

- A faixa de capacitação das empresas de excelência está entre 75 a 100 e pode ser considerada de excelente capacitação;

- Só nos critérios de “análise de contrato” e “auditoria”, a empresa Mectron apresenta média capacitação;
- A empresa Embraer apresenta, em média, como já era de se esperar, o maior nível de capacitação;
- As divisões do IAE encontram-se na faixa de 30 a 60, isto é, entre a mínima e a média capacitação;
- A divisão de Mecânica do IAE apresenta em média a maior capacitação entre as divisões desse instituto, e isso provavelmente se deve à vasta experiência adquirida por trabalhar com empresas particulares e treinamento dos funcionários em universidades como UNICAMP e USP;
- Os critérios “inspeção de recebimento”, “certificação” e “auditoria” encontram-se numa faixa bem baixa, entre 25 a 45, nas divisões do IAE;
- Os fornecedores críticos encontram-se entre a baixa e a média capacitação;
- Os critérios “treinamento” e “certificação” nos fornecedores do CTA/IAE encontram-se na faixa de mínima capacitação, entre 25 a 45, e isto compromete o sucesso do lançamento do VLS.
- A empresa Abril encontra-se na melhor capacitação entre os fornecedores críticos do IAE, podendo-se supor que esse resultado se deva ao desempenho da diretoria da empresa em melhorar a política da qualidade.
- Os fornecedores críticos apresentam melhor capacitação no critério “controle de equipamentos”, cuja faixa está entre 45 a 70.

A seguir analisam-se os resultados obtidos no item 4.5, cujo objetivo foi priorizar demandas tecnológicas (linhas de pesquisa) para o CTA/IAE, baseando-se em teorias de prospecção; sugerir mudanças organizacionais estratégicas, para compatibilizar a gestão militar (conceitos de missão) com a gestão tecnológica (conceitos de projetos); e recomendar a estratégia de gestão organizacional, com base no conceito de competências essenciais, visando tornar o instituto mais flexível e eficaz no futuro.

Apresenta-se os resultados obtidos:

- A carreira militar trabalha com o conceito de **missão (duração fixa)**, enquanto a gestão tecnológica trabalha com o conceito de **projeto (duração de longo prazo)**. Sugestão: definir uma proposta de plano diretor para o centro, no sentido de resolver os conflitos de gestão militar e civil, uma proposta

estratégica orientados pelo PDC (Planejar, Executar e Controlar) com envolvimento da alta direção do CTA.

- Maior abertura da instituição a novos convênios, cooperação e parcerias com demais institutos de C&T, universidades, indústrias e organizações internacionais de pesquisa.
- Maior importância para proteção da propriedade intelectual do instituto; deve-se elaborar planos institucionais claros para gerar patentes, proteger produtos e processos gerados pelo instituto.
- Transferência de tecnologia, objetivando gerar recursos financeiros para a sobrevivência das linhas de pesquisas centrais do instituto. Criar e capacitar uma equipe de pesquisadores e outros profissionais capazes de tornar a transferência tecnológica uma atividade nobre e eficaz, para transformar o capital intelectual gerado no CTA/IAE em recursos financeiros.
- Criação de condições que propiciem o aumento da motivação dos servidores envolvidos nos projetos aeroespaciais como o VLS e outros projetos. Sugestão: por exemplo, desenvolver um plano de motivação humana, com profissionais qualificados na área de psicologia, para funcionários que estão abalados emocionalmente com a tragédia em Alcântara. Além disso, aspectos como plano de capacitação, sistemas de reconhecimento e carreira devem ser levados em conta.
- A priorização das demandas neste trabalho foi feita com base nas teorias de prospecção e técnica Delphi (Massoud,1999). A equipe de pesquisadores que participou nesse processo foi de extrema importância para definir o futuro do instituto. Portanto, devem ser mantidos e motivados para realizarem sistematicamente as melhorias necessárias. Apenas alguns pesquisadores participaram nesse estudo acadêmico para prospecção dos projetos aeroespaciais prioritários. No futuro, essa equipe deve ser ampliada com participantes de todos os institutos do CTA. Assim, será possível definir com mais eficácia as futuras linhas de pesquisa para a organização.
- O CTA deve criar um plano estratégico para cada um dos institutos, envolvendo pesquisadores capacitados para definirem as principais linhas de pesquisas como foi mostrado no item 4.5. Além disso, deve ser criado um comitê “multi-institucional” para assegurar a integração das demandas dos vários institutos,

tornando mais clara a demanda das linhas de pesquisa para todo o CTA e favorecendo o desenvolvimento das competências essenciais necessárias.

- As 10 demandas escolhidas pelos pesquisadores como as mais indicadas para o setor aeroespacial foram:
 - a) *Nano solar cells;*
 - b) *Mechatronics and robotics technology;*
 - c) *Laser technology;*
 - d) *Propelente líquido para veículos aeroespaciais;*
 - e) *Bio computers;*
 - f) *Solar cell technology;*
 - g) *Natural decomposition plastic;*
 - h) *Superconductive materials;*
 - i) *Artificial organs;*
 - j) *Automobile with non gasoline fuel;*

- A primeira lista de demanda identificada pelos pesquisadores que participaram do estudo de caso, considerada estratégica e de rápido desenvolvimento (entre 2 a 3 anos), é composta de *Laser technology, Solar cell technology, Artificial organs*. Essas demandas, em particular, podem ser materializadas com sucesso em curto período de tempo desde que haja cooperação com poucos institutos e universidades no âmbito nacional. Além disso, elas vão ser rapidamente absorvidas pela sociedade por serem pesquisas que vão melhorar a qualidade de vida de parte da sociedade brasileira.

- A segunda lista, composta por *Propelente líquido para veículos aeroespaciais, Mechatronics and Robotics technology, Superconductive materials*, tem uma extrema importância para o desenvolvimento estratégico do setor aeroespacial. É necessário desenvolver essas tecnologias

consideradas essenciais, para se manter competitivo no setor aeroespacial, já que todos os projetos de grande porte do setor só têm sustentação se forem dominadas a tecnologias acima.

Serão analisados a seguir os resultados obtidos no estudo de caso ao aplicar o modelo de gestão de conhecimento (item 4.5). O objetivo principal dessas análises consiste em estudar os resultados obtidos no estudo de caso CTA/IAE e ter dados práticos e sustentáveis para modelar/definir um modelo geral e integrado para os institutos de P&D.

Os resultados obtidos do item 4.5, gestão de conhecimento, são de extrema importância para a definição do modelo geral e integração das competências da organização. O modelo gestão de conhecimento apresenta uma metodologia de desenvolvimento de processo dos projetos de pesquisa definidos como mais importantes para o CTA/IAE. A análise e estudo desses resultados irão mostrar o caminho para realizar parcerias, fazer planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação dos projetos de pesquisa em estudo.

Apresentam-se os resultados obtidos:

- A identificação das competências dos pesquisadores do CTA/IAE, com mestrado e doutorado (ver figura 4.9), possibilitou a sua classificação e atuação em cinco grandes áreas: propulsão, eletrônica, mecânica, aerodinâmica e estruturas. Isso possibilita a identificação das necessidades e lacunas, para desenvolver os processos de pesquisas e contar com maior abertura da instituição a novos convênios, cooperação e parcerias com demais institutos de C&T, com universidades, indústrias e organizações internacionais, objetivando a realização das pesquisas do portfólio de demanda.
- A figura 4.10 mostra as competências que existem em cada divisão do IAE. Pode-se verificar que a divisão Sistemas Espaciais (ASE) possui maior quantidade de pesquisadores com competências nessas cinco áreas definidas como essenciais para desenvolvimento dos projetos aeroespaciais. No período de realização deste trabalho, aquela divisão tinha em torno de 10 pesquisadores qualificados na área de aerodinâmica, sete na área de mecânica, sete em propulsão, seis em estruturas e quatro em eletrônica. Esses pesquisadores possuem qualificação no exterior e são treinados para desenvolver e projetar várias linhas de pesquisa que necessitem de cálculos matemáticos avançados e

desenvolvimento na área aeronáutica. São pesquisadores reconhecidos internacionalmente, o que facilita o estabelecimento de convênios e cooperação com renomados institutos dos EUA, Inglaterra, França, Rússia, Japão, Índia e China.

- A Divisão de Eletrônica (AEL) vem logo após a divisão ASE em termos de maior número de pesquisadores capacitados. Como os projetos aeroespaciais sempre dependeram da parte “inteligente” das espaçonaves, por exemplo, controle de rastreamento, tratamento de imagens e nas áreas de software embarcado, a divisão de eletrônica no setor aeroespacial tem posição estratégica e torna uma competência essencial no desenvolvimento dos projetos aeroespaciais. A Divisão de eletrônica do CTA/IAE tem pesquisadores de alto gabarito, nas áreas de controle, softwares embarcados, antenas, telemetria e, principalmente, telecomunicações e sistemas inerciais. Esses pesquisadores têm formação específica e de extrema importância para o desenvolvimento das linhas de pesquisas demandadas no futuro para o CTA/IAE.
- A divisão que tem mais capacitação, após a divisão AEL, é a Divisão Mecânica (AME), que possui 8 pesquisadores com competência e treinamento no exterior nas áreas de mecânica, com capacitação para desenvolver projetos mecânicos de alto grau de sofisticação, e na área de qualificação de fornecedores, a qual presta serviços ao CTA/IAE. Como foi dito no item 4.5, a Divisão de Mecânica apresenta os níveis de qualidade mais elevados no instituto. Também possui em torno de 12 pesquisadores com conhecimento multidisciplinar, que têm a função de integrar e tornar possível o desenvolvimento dos projetos aeroespaciais no futuro.
- A Divisão de materiais (AMR) aparece em 4º lugar, com 8 pesquisadores na área de mecânica, que têm alto grau de capacitação em desenvolver novos materiais para os projetos espaciais. São os principais geradores de novas tecnologias, já que as tecnologias aeroespaciais precisam cada vez mais de novos materiais, eficazes e precisos, e tem uma grande responsabilidade para

desenvolver as linhas de pesquisas *artificial organs e superconductive materials*, que foram reconhecidas como estratégicas nesse trabalho.

- A Divisão de Integração e Ensaio (AIE) está em 5º lugar em termos de capacitação, possuindo pesquisadores com competência para montar os projetos e dispositivos para materializar e preparar os VLS para lançamento. São profissionais com muita vivência no setor e têm experiência internacional, pois são responsáveis por montar foguetes nacionais e internacionais na base de Alcântara. Estes pesquisadores trabalharam na montagem e lançamento de foguetes de vários países, como EUA, Holanda, França e China. Possuem uma grande responsabilidade para lançar projetos aeroespaciais. Os pesquisadores dessa divisão são multidisciplinares, sendo, conseqüentemente, essenciais para a realização da integração e montagem dos projetos aeroespaciais. Esses pesquisadores são profissionais indicados a participar do processo de integração das várias divisões do CTA. São também essenciais durante a modelagem do produto principal desta tese que é “Modelo sistêmico de gestão estratégico para P&D”. Eles vão ser os responsáveis para assegurar a montagem e a qualidade dos componentes dos projetos espaciais.
- A Divisão de Química (AQI) é responsável pelo desenvolvimento de propelente para veículos espaciais e todas as proteções térmicas para os motores dos foguetes. Seus pesquisadores são responsáveis diretos por desenvolver propelente líquido junto com as divisões ASE, AME, AMR e IE. Possui em torno de 12 pesquisadores com especialização em engenharia química e com bastante conhecimento multidisciplinar. Muitos desses pesquisadores apresentam trabalhos em congressos internacionais na área de propelente e de desenvolvimento de combustíveis para o setor aeroespacial.
- A gerência dos projetos aeroespaciais (GER), no período de execução deste trabalho, possuía em torno de sete pesquisadores muito experientes em projetos aeroespaciais. Todos eles foram chefes de divisão nas respectivas áreas de formação, são funcionários altamente capacitados tecnicamente, mas precisam ser treinados para adquirirem conhecimento de gestão de pessoas e projetos.

Essa divisão deve ser reforçada, com gestores nas áreas de recursos humanos com formação na área administrativa. Também devem ser contratados profissionais na área de psicologia com conhecimento e experiência nas teorias de motivação humana. Isso possibilitará uma melhor interação entre as várias divisões do instituto, e principalmente para a realização de um trabalho de recuperação de profissionais ainda muito abalados com a tragédia em Alcântara, no último lançamento do VLS.

- A tabela 4.12 mostra as necessidades de adaptação das competências das divisões do CTA/IAE, para desenvolver a tecnologia de propulsão líquida, considerada estratégica e muito importante para os projetos aeroespaciais no futuro. Pode-se perceber que o instituto não possui ótima capacitação em nenhuma das áreas consideradas básicas e fundamentais para o desenvolvimento da tecnologia de propulsão líquida. Existe um alto nível de capacitação nas áreas de eletrônica, aerodinâmica e estruturas, mecânica e propulsão. É necessário dar uma atenção muito especial para capacitar a divisão de ensaios, com o objetivo de realizar os principais ensaios funcionais e desenvolver a tecnologia de propulsão líquida. Deve-se fortalecer a equipe de mecânica, com equipamento e tecnologia de última geração para executar os projetos necessários para realizar a tecnologia.
- A Tabela 4.13 mostra a capacitação das competências dos parceiros para desenvolver a tecnologia de propulsão líquida. Pode-se notar que a MAI (Moscow Aviation Institute) possui alto nível de capacitação em todas as áreas necessárias para desenvolver a tecnologia. As competências do IEAv são mais fracas e devem ser reforçadas durante o desenvolvimento da pesquisa. O INPE deve realizar junto com o ITA os trabalhos de pesquisa básica, já que possui maior número de pesquisadores estratégicos para desenvolver a tecnologia de propelente líquido.

No próximo capítulo serão apresentadas as principais conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 6

Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos

6.1 Conclusões

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo sistêmico de gestão estratégica de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, para ser aplicado no setor aeroespacial. Apresentou-se um modelo conceitual de gestão e metodologia sistemática para a implantação da qualidade nos serviços prestados do setor aeroespacial. Apresentou-se também um modelo de gestão organizacional com base nos valores e competências essenciais existentes na organização e identificação dos projetos de pesquisas futuras para o instituto, baseado nas teorias de prospecção e, por fim, definiu-se um modelo de gestão de conhecimento para desenvolver os projetos de pesquisas identificados no modelo de gestão organizacional.

Uma das contribuições deste trabalho é a metodologia sistêmica desenvolvida para a gestão estratégica dos institutos de pesquisa e desenvolvimento. O “Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica para P&D” apresenta uma integração sistemática das teorias modernas (gestão de conhecimento, teorias de *forecating*, gestão de competências organizacionais & essenciais e critérios do Prêmio Nacional da Qualidade), que se colocam como a fronteira de conhecimento quando se trata das teorias modernas da administração.

Após a análise dos resultados obtidos do modelo de gestão da garantia da qualidade, (ver os gráficos das figuras 4.3, 4.4 e 4.5 do capítulos 4), os institutos de pesquisa serão capazes de identificar os níveis de qualidade dos serviços prestados pelas divisões do instituto, pelos fornecedores e comparar com empresas consideradas como referência (estudo de benchmarking) no mercado. Esse estudo de benchmarking mostra os níveis de qualidade ditados como referência no mercado. Os institutos que aplicarem essa metodologia passam a estabelecer estratégia de forma a reduzir os *GAPS* (lacunas) e atingir os níveis de qualidade exigidos nos serviços prestados pelas empresas de referência na área que atuam e, assim, lançarem-se para o futuro com a realização dos serviços e projetos de sucesso.

A mesma metodologia pode ser empregada para selecionar fornecedores e parcerias qualificadas, verificando os índices de qualidade necessários e exigidos para executar projetos ou linhas de pesquisas definidas como essenciais para a continuidade da organização no futuro. Essa metodologia fornece ferramentas de diagnóstico rápido e eficaz para tomar decisões rápidas e consistentes, dependendo da exigência do serviço ou parceiro para desenvolver um determinado serviço ou linha de pesquisa.

Atingir um *nível de qualidade* sustentável é realizar boas e eficientes parcerias, no intuito de realizar pesquisas e alcançar novas tecnologias, que é o maior desafio para os institutos de pesquisas e desenvolvimento no Brasil. O desafio é maior ainda quando se trata de investir seus recursos na implantação da prática da qualidade e reorganização cultural para fazer tais parcerias com outras organizações. O “Modelo Sistêmico de Gestão Estratégica para P&D”, desenvolvido nesse trabalho, oferece uma metodologia envolvendo o modelo da gestão da qualidade e reorganização do instituto a partir dos conceitos e competências essenciais e teoria de gestão de conhecimento, que vão garantir a auto-sustentação para o futuro.

A outra contribuição deste trabalho é uma metodologia destinada a empregar as teorias administrativas modernas de forma integrada para o gerenciamento dos institutos P&D, em que se determina portfólio de demanda (linhas de pesquisa) baseado nas teorias de prospecção (*forecating*), competências essenciais e gestão de conhecimento. O resultado é um gerenciamento integrado de sistema de gestão capaz de provar a instituição de pesquisa e desenvolvimento de uma ferramenta de inovação e alta sustentação para se lançar no futuro globalizado.

A metodologia em si utiliza os conceitos teóricos de gestão de conhecimento, teorias de prospecção, gestão organizacional e critérios da qualidade do Premio Nacional da Qualidade e várias normas da qualidade citadas no capítulo 4. A grande contribuição desta proposta é a troca de informações entre estes sistemas como um todo.

Do ponto de vista estratégico, o uso conjugado dos sistemas de gestão organizacional, baseado nas competências, e gestão de conhecimento e melhoria contínua, baseado na garantia de qualidade (PNQ), proporcionam à instituição de P&D a melhora dos processos de pesquisa e a redução de custos e tempo por meio de eliminação de atividades que não agregam valores no desenvolvimento da instituição para o futuro.

O processo de seleção das linhas de pesquisa para o futuro baseado em teorias de prospecção e competências organizacionais proporciona à instituição uma visão estratégica no gerenciamento da organização para auto-sustentação a médio e longo prazo.

Para a validação das metodologias propostas, utilizou-se um estudo de caso CTA/IAE, que teve a finalidade de definir uma estratégia a adotar para a reorganização da instituição, que garantisse a sobrevivência da instituição e elevasse os níveis de qualidade de serviços prestados pelo CTA/IAE para o setor aeroespacial. Estudos mais detalhados da aplicação e do uso das metodologias propostas em um ambiente de P&D são necessárias.

O CTA/IAE como estudo de caso foi de grande valia, pois mostrou as dificuldades que o instituto está passando para homologar o VLS e diagnosticou-se a qualidade dos serviços prestados pelas divisões para o instituto. A partir desses níveis foi definido um plano estratégico de gestão, baseado nas teorias de competências essenciais e gestão de conhecimento, que pode ser aplicado por todos os institutos de P&D.

Após análise dos resultados obtidos nesse trabalho, o governo brasileiro e as empresas, universidades e institutos de pesquisas do setor devem adotar medidas para investir na realização de *joint ventures* para capacitar o país nas tecnologias aeroespaciais, desfrutar dos privilégios geográficos (estação de lançamento de Alcântara) e participar com sucesso no mercado promissor que é o setor aeroespacial.

A profissão de pesquisador no Brasil está cada vez mais árdua e sem perspectivas futuras. O modelo proposto tem o objetivo de unir profissionais com competências essenciais em nível nacional, e no exterior, para poder utilizar o conhecimento como base para alcançar o sucesso das organizações de pesquisa e desenvolvimento, identificando novas linhas de pesquisas com maior flexibilidade e alto nível de aplicabilidade na vida social, para a melhora da qualidade de vida do ser humano.

O autor, com experiência de 20 anos na área de ciência e desenvolvimento, principalmente no setor aeroespacial, acredita que a gestão estratégica, baseada em competências essenciais, é a solução mais adequada para os institutos de pesquisa e de extrema importância para dar continuidade nas pesquisas aeroespaciais, e, principalmente, para garantir a sobrevivência do CTA/IAE, e ter um futuro prospero e de grande sucesso na área aeroespacial e nas outras áreas, em que "Modelo Sistêmico de Gestão Estratégico para Institutos de P&D" é de grande valia.

6.2 Sugestões para próximos trabalhos

A seguir, são enumeradas algumas propostas para trabalhos futuros:

- Aplicar o modelo proposto nesse trabalho em outros institutos de pesquisa e desenvolvimento e torná-lo um documento normativo para os institutos de P&D.
- Usando a metodologia de benchmarking, melhorar os modelos para tornar os institutos de P&D mais flexíveis e eficientes, para desenvolver as linhas de pesquisas junto com parceiros internacionais como NASA, Rússia, Japão, Canadá e países que integram a Agência Européia, uma vez que o Brasil está participando no ISS, e adaptar as melhorias práticas deles para a realidade brasileira.
- Fazer um estudo de melhores práticas na área P&D e refinar o modelo apresentado nesse trabalho, para assim, definir uma metodologia estratégica para unir todos os institutos de P&D em nível nacional. Definir uma política estratégica junto com governo federal.
- Fazer um plano de marketing para divulgar e testar o modelo apresentado nesse trabalho nas instituições como: INPE, Agência Espacial Brasileira, USP, UNICAMP, IMI e Embraer.
- Fazer um modelo de gestão de conhecimento nos vários institutos do CTA, para centralizar as informações e tomar medidas para melhorar a eficácia dos projetos do centro.

Referências Bibliográficas

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, ISO9004. ABNT 1994, <http://www.abnt.com.br>.

Afonso F., Maria T.L.F., Estratégia Empresariais e Formação de Competências um Quebra Cabeça Calcidoscópico da Indústria Brasileira: Fundação Vanzolini – editora Atlas- 2002

Aguilar, Francis. J. Scanning the Business environment. New York: The Macmilan Company. 1997. 239p.

Alexandre, B. Carvalho, Revista Banas Qualidade, Setembro de 2000, <http://www.redacao@banas.com.br.2000>.

Ansoff , H.I. Corporate Strategy. New York: MCGraw-Hill, 1995.

Ansoff , H.I. Strategic Issue Management. Strategic Management Journal. n.1, 1999.p.133.

Antonio A. Filho, Edinice M. Silva, Dante Marciano G., Liana C. H. Zanello, 1999

Argyris, C., Unrecognized Defenses of Scholars: Impact on theory and Research. Organization science, v.7, n.1. p.79-87, jan/feb., 1996.

Ashkenas, Ron. The boundary less Organization: breaking the chains of organizational structure. San Francisco: Jossey –Bass, 1995.

Avraham Shtuo, Jonathan F.Bard, Shlomo Globerson, Project Management, Engineering, Technology and Implementation, Editora Prentice Hall, New Jersey – USA, 1994.

Barbieri, J.C. Organização Inovadoras: Estudo e casos Brasileiros. Rio de Janeiro : Editora FGV, 2003.

Barieri, J. C., Meio Inovador Interno e Modelo de Gestão: Uma análise de Dois Casos. In Anais XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Salvador ,Bahia, 2002.

Bell, D. The Coming of Post- Industrial Society. New York: Basic Books, 1973.

Bergelt,K., Charting the Future: Motorola's approach to Technology Planning, Report of the 6 annual Cambridge Technology Management Symposium, 13-14 July pp. 10-11, Cambridge, 2000.

Borges, P.C.S., Metodologia para Aperfeiçoamento de Processos Empresariais: Uma Abordagem Alternativa. Campinas, Tese de Mestrado, 1993.

Brown, R. and Phaal,R., The use of Technology Roadmaps as tool to manage technology developments and maximize the value of research activity, ImechE Mail Technology Conference (MTC 2001) Brighton, 24-25 April 2001.

Bulgacov, S., Conteúdo Estratégico e Processo Estratégico: Estudo comparativo de casos da Industria de alimentos do Paraná . São Paulo: EAESP-FGV. Tese de doutorado, 1997.

Bulgacov, Yára L.M., Organização que aprende: Uma crítica as ideologias e antropomórficas nas formulações organizacionais. Marília: Universidade Estadual Paulista , Tese de Doutorado, 1999.

Cavalcanti Marly, Gestão Estratégico de Negócios, Pioneira, 2001.

Camp, R. C., Benchmarking: Identificando e Adaptando as Melhores Práticas da Administração que levam á Maximização da Performance Empresarial: O Caminho da Qualidade Total . São Paulo: Pioneira, 1993.

Carr,D.K., Litmann, I.D., Excelência nos Serviços Públicos: Gerenciamento de Qualidade Total na Década de 90, Quality Mark Editor, 1992.

Chang, S.M., Implantação de Gestão pela Qualidade Total em Instituições de Ensino Superior uma Experiência de Aplicação do Padrão de Gestão Dinâmica . São José dos Campos: ITA, 1995. (Tese de Mestrado).

Charles M. S., Fifth Generation Management, Integrating Enterprises Through Human Networking, Boston, USA , Editora Digital Press, 1998.

Charles M. Savage, Fifth Generation Management, Integrating Enterprises Through Human Networking, Editora Digital Press U.S.A., 1990.

Cheryl Comeau, Who has time to Think ?, Publicado no Management review, Maio 2000.

Ciro Yoshinaga., Qualidade Total a Forma mais Prática e Econômica de Implementação e Condução. Takiy Indústria Gráfica Ltda. 1988.

Chiavenato, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração, São Paulo: Makro Books, 2000.

Chavenato, Idalberto. Introdução à Teoria Geral de Administração, São Paulo, Makro Books, 2000.

Claudia C., Celina L., Catia S.P., Vaaldemir S., Convergence of Competitive Intelligence and Building a Vision of the Future: Methodology Proposal for Strategic Information Systems (SIS) Revista de Ciência da Informação v.2,n.3 junho 2001.

Claudio D. Artagnan C. Barros., Excelência em Serviços Questão de Sobrevivência no Mercado. Qualitymark Editora .1996.

Clemente Nobrega, Em Busca da Empresa Quântica , Ediouro S.A, R.J., Brazil, 1999
CNI., Abertura, Comercial e Estratégia Tecnológica: A Visão de Líderes Industriais Brasileiros em 98. Rio de Janeiro: 1998.

Coutinho., Luciano G., Estudo de Competitividade da Indústria Brasileira: Gestão Empresarial Belo Horizonte : Unicamp, 1993.

Cuhls, Kerstin, Grupp, Hariolf. Germany: National foresight approaches. In international Seminar Foresight Studies on Science and Technology: International experiences. Brazil: Bralilia: MCT. Set. 2000, 29p.

Dagnino Rodolfo., QS9000 – como funciona a certificação QS9000 controle de Qualidade , Ed. Barras, pp 28-30, Março de 1996.

Davenport, T. H.; Prusak, L., Conhecimento Empresarial. Rio de Janeiro : campus, 1998.

David, A. Garvin, Gerenciando a Qualidade, Harvard Business School, Quality Editora, 1992.

Davidow, W. H. & Malone, M. S. – The Virtual Corporation New York, h arpercollins publishers , 1993.

Deming, W. E. Quality : Quality Productivity and Competitive Position, MIT, Bostan, 1982

Denise D., Inovação e Cultura Organizacional Um Estudo dos Elemento Culturais que Fazem parte de um Ambiente Inovador ,Tese de Doutorado Fundação Geitúlio Vargas, 2004.

Dodgson, M., Organization Learning: A review of some Literature. Organization Studies, v.14,p.375-394. 1993.

Dorsey., Rocha., Consultores Associados, Modelo de Gerência, 1999.

- Drucker, P. The age of Social Transformation. [S.I]: The Atlantic Monthly Company, 1994.
- DSCC – Defense Supply Center Columbus, General Qualification in Information Sourcing and Qualification Unit., Columbus, U.S.A., 1998
- Edgardo Pedreira de Cerqueira Neto. Gestão da Qualidade Princípios e Métodos. Biblioteca Pioneira de Administração Negócios, 1991.
- Edivaldo M. Boaventura, Como Ordenar as Idéias, Editora Atica, Bahia, 2000
- Edson A., Proposta de Modelo de Gestão de Tecnologia para o Setor Espacial Brasileiro: Estudo do Caso VLS, Tese de Doutorado, ITA, 1999.
- Albert Einstein; Reflexões Filosóficas, Martin Claret, Editora Martin Claret, 1988
- Einstein Albert; Reflexões Filosóficas, Martin Claret, Editora Martin Claret, 1988
- Eliezer Arantes da Costa, Gestão Estratégica, Editora Saraiva, 2004.
- Enio Resende, O Livro das Competências, Rio de Janeiro, Brazil, 2002
- Evan S. Medeiros, Brazil Gains MTCR Membership; Space Program Remains Intact. Arms Control Today, November 1995.
- Falconi, V. C, Gerenciando a Qualidade Total: Estratégia para Aumentar a Competitividade de Empresas Brasileiras, Fundação Christiano Ottoni, 1990.
- Faleiros Agostos Cesar Polezel, Qualidade em Organizações Públicas. São José dos Campos: CTA/ITA, Tese de Mestrado, 1995.
- Feigenbaum, A. V. Total Quality Control USA, Mmcgrawhill 1983.

Fernando Augusto de Almeida Lemos Ferreira., Desenvolvimento e Aplicação do Conceito “Nível de Qualidade“ em Sistemas da Qualidade Ambiente ISO 9002 de Indústria de Bens de Capital. São José dos Campos CTA/ITA 1996 (Tese de Mestrado).

Francisco L., Gilberto H., Administração Princípios e Tendências, Editora Saraiva,2004.

Fundação dom Cabral & Sociedade Brasileira de Planejamento Empresarial Gestão Empresarial como Fator Competitivo Belo Horizonte 1998.

Geraci John, Real Managers Don't Boss! Research Technology Management, v.37 n.6,12-13, nov., 1994.

Godet, Michael., Scenarios and Strategic Management. London: Butterworths Scientific, Ltd. 210 p. 1987.

Gravin, D.A., Building a Learning organization. Boston: Harvard Business Review, jul/ago, p.78-91, 1993.

Goldman, S. L., Nagel, R. N. e Preiss, K. Agile Competitors and Virtual Organizations, Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1995.

Gray Kroehnert, Domando o Tempo, como devorar um Elefante, Planejamento para sucesso , Editora Manole LTDA, 2002.

Hamel G. & Prahalad C.K., Competindo Pelo Futuro, Rio de Janeiro: Campos, 1997.

Hanesen,M.; Nohria, N.; Tierney, T. What's Your Strategy for Managing Knowledge? Harvard Business Review, P.106 – 116, Mar./Abr. 1999.

Harrington, H.J., O Processo de Aperfeiçoamento. Editora Mcgraw Hill, 1987.

Hasen M., Nohria N., Tierney T., What's Your Strategy for Managing Knowledge? Harvard Business Review, p. 106 – 116, Mar/Abr 1999.

Hayes N., Gestão do processo decisório UFSC, Florianópolis , SC, 1988

Henry M. Bruce A., Joseph L., Safári de Estratégia uma Rota pela Selva do Planejamento Estratégico- Bookman- 2000.

Henry Mintzberg, Structure in Fives, Designing Effective Organizations, Mcgrill University Prentice Hall, U.S.A, 1983.

Henry R. Neave. The Deming Dimension. USA. Aps Press, 1990.

Nisembaum Hugo, A Competência Essencial, Editora Infinito,2002.

I.Ansoff, Corporate Strategy, New York, Mc Graw – Hill, 1999.

Ikujiro Nonaka & Hirotaka Takeuchi, Criação de Conhecimento na empresa, como as empresas Japonesas geram a dinâmica de Inovação, Editora Campos, Oxford University Press, 2000.

Ishikawa, K., Guide to Quality Control Handbook, Hong Kong Asia Productivity, . Mcgraw Hill, 1992.

Irineu Monteiro, Einstein Reflexões Filosóficas Editora Alvorada, São Paulo, Brasil – 1988.

Ishikawa, K., Guide to Quality Control Handbook. Mcgraw Hill, 1990.

J.M.Juran & Frank M. Gryna. Juran Controle de Qualidade Hand Book. Pirelli Makro Books, Mcgraw Hill . 1994.

James R. Wertz. Economic Model of Reusable vs. Expendable Launch Vehicles, Microcosm, Inc., EL Segundo, USA, 51 International Astronautical Congress, Rio de Janeiro, Brazil, 2000.

Jérôme Pearson. Low-cost Launch Systems for the Dual-launch Concept, Air Force Research Laboratory, Vright-Patterson, USA, 2000.

João Tomotaka Kato. Qualidade Total na Manutenção de Aeronaves. São José dos Campos CTA/IAE. 1990 (Trabalho de Graduação).

Jones, G. Organization Theory: Texts and Cases. New Jersey: Prentic Hall. 2001.

Jose Paulo Alves Fusco, Tópicos Emergentes de Produção, editora Arte e Ciência, 2003.

Juran, J. M. – Juran Planejando para a Qualidade São Paulo Pioneira, 1990.

Juran, J. M. & Gryna, F. M. Juran's Quality Control Handbook Singapre, Mcgrawhill 1988.

Juran, J. M., - Managment of Quality, Juran Institute Inc, 1986.

Juran, J. M., Juran Controle de Qualidade Handbook – Vol. VIII- Ed. Mcgrawhill, 1993.

Juran, J.M., Quality Control Hand book , Mcgrawhill, 1980.

Knox, S. The Boardroom Agenda: Developing The Innovative Organization. Corporate Governance, v.2,n.1, Bradford, UK,27 – 36, 2002.

Krishna Yelisetty S. R., Proposta de Modelo de Gestão da Qualidade nos Fornecedores do Setor Aeroespacial, 2001

Krogh, G.V.; Ross, J., Organizational Epistemology. New York: St. Martins, 1995.

Kuinzi., A Direção Por Objetivos (DPO) e A Direção Participativa por Objetivos (DPPO).
Campinas: UNICAMP, 1995.

Kuinzi., Anotações do Curso Tópicos em Gestão da Qualidade. Campinas:
UNICAMP,1999.

Leibfried, K. H. J. E McNair, C. J., Benchmarking : Uma Ferramenta para a Melhoria
Contínua : Série de Soluções de Desempenho da Coopers & Lybrand. Rio de Janeiro :
Campus 1994.

Leif Edvinsson & Michael S. Macone, Capital Intelectual, Descobrimo o Valor Real de
sua Empresa pela Identificação de seus Valores Internos, Makrin Books, 1999.

Leon C. Megginson, Donald c. Mosley, Paul H. Pietri,jr., Administração: Conceitos e
Aplicação. Editora Harbra Ltda.1986.

Lima, L. de Franca., Apostila do curso de Normalização e Certificação do Curso de Gestão,
Normalização e Certificação com Ênfase na Atividade Espacial, Convênio AEB-TEM-
FUNDUNEP, Guaratinguetá, Brasil, 1997

Luciano Neves Beppler Gestão do conhecimento Empresarial, Celepar, Jan/fev. 2003.

Machado, S.& Fonseca, V. Competitividade Organizacional: Conciliando padrões
concorrências e padrões institucionais . Salvador: Organizações e sociedade, V.4, nov/dez.,
p.97-119. 1996.

Miles Ian & Kenam Michael , Handbook of Knowledge society Foresight; European
foundation for Improvement of living and working Conditions, Oct.2002.

Manas Antonio Vico, Gestão de Tecnologia e Inovação , Editora Erica, 2002.

Marcelo Imori., Darli Rodrigues., Desenvolvimento e Implementação de Gestão de Qualidade Total na Cebrasp S.A. (Cervejaria Brahma de São Paulo S.A.). 1993 (Apostila.).

Marcos C., Elisabeth G., André P., Gestão de Empresas na Sociedade do Conhecimento uma Roteiro para a Ação- Editora Campos –R.J., 2001.

Marcos Cobra, Administração de Marketing, Editora Atlas, 20003.

Marly C. Alfredo C., Amauri P., Antoni V., Gestão estratégica de Negociação Evolução. Cenário, Diagnostico e Ação, Editora Afilada , 2001

Massoud, Clovis. Prospecção de Cenários: Método Delphi (Capturado no WEB) <http://www.clovis.massaud.nom.Br/prospec.htm> , 2003.

Martins L., A geração do conhecimento na empresas inovadora, USFSC/EPS, Florianópolis , SC, 1993.

Maurício J. L. Reis. ISO 14000 Gerenciamento Ambiental um Novo Desafio para a sua Competitividade. Qualitymark Editora,1996.

Mauriti maranhão. Isso série 9000 manual de implementação. Confederação nacional da indústria. Qualitymark editora. 1994.

Maximiliano. C.,A.,Introdução À Administração, editora Atlas, 2002.

Mearker., Thomas A., Product Assurance. Spacecraft Systems Engineering, pp 501-530, Ed. By Fostercue, P., Stark j., 2 Edition, Jhon Wiley & Sons Publishng West Sussex, England, 1995.

Michael de Kare, Strategy in Crisis, New York: University Press, 2000 .

MIT Technology Review , Fevereiro 2003.

Moran, J. M., Influencia dos Meios de Comunicação no Conhecimento, Ciência da Informação V.23, p.233-238, Maio/ Agosto. 1994.

Moran, J.M. Influência dos meios de Comunicação no Conhecimento. Ciência da informação, v.23, mai/ago, p.233-238. 1994.

Nisembaum Hugo, A Competência Essencial, Editora Infinito,2002.

Nonaka, I. Takeushi, H., Criação de Conhecimento na Empresa São Paulo: Campos, 2000.

Paul C. Green, Desenvolvendo Competências Consistentes, Editora Qualitymark, R.J., 2002.

Pessini, José. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira de Equipamentos de Telecomunicações, Campinas Unicamp 1993.

Peter, F. Drucker, Ikujiro Nonaka, David A. Garvin, Cris Argyris, Dorothy Leonard e Sussaan Straus, Art K., George R., John S., James B., Philip A. e Sydney F., Gestão do Conhecimento, on Knowledge Management, Harvard Business Review, Editora campos, UAS , 2002.

Peter, T.J.; Waterman, R.H., Para além do modelo racional. In: STARKEY, K. (ed) como as organizações aprende. São Paulo: Futura, p.44-56, 1997.

Phaal P., Farrukh, C.J.P. and Probert, D.R., Characterization of Technology Roadmaps: Purpose and Format, Proceedings of The Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET01), Portland , July/August pp. 367 – 374, 2001.

Phaal, r. and Farrukh, C.J.P., technology Planning Survey – results, Institute for Manufacturing, University of Cambridge, Project report, 14 March 2003.

Phaal, R. Farrukh, C.J.P. and Prodert, D. R. , Fast – start Technology Roadmapping, Proceedings os the 9 International Conference on Management of Technology 21 – 25 February, IOMOT 2000.

Pinchot, G. Criando Organizações com muitos lideres, In: Fundação Peter Druker, O líder do Futuro. São Paulo: Futura, 1996.

Pinchot, g. em Organizações inteligente usa toda capacidade de seus funcionários. SP: folha management, anexo da f. de São Paulo , 22 de janeiro de 1996.

Pinheiro, Elaine D.D., Um nova referencia para potencial o capital intelectual: dos paradoxos à mudanças de paradigmas. Anais de ENANPAD, Foz de Iguaçu: 22 encontro anual da associação nacional dos programas de pós graduação em Administração,1998.

PNQ, Critérios de Excelência, O Estado da Arte da Gestão para a Excelência do Desempenho. Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade., www.fpnq.org.br., 2005.

Polanyi, M. The Tacit Dimension. London: Routledge & Kegan Paul, 1996

Porter, AlanL.,Detampel, Michael J. Technology Opportunities Analysis. Technological Forecasting and Social Change. New York, n.49, p.237-255, 1995

Pozo, J.I., Teoria cognitivas da aprendizagem, Porto alegre: Artes Médicas .1998.

Prahalad,C. K.; Hamel, G.A, Competências Essencial da corporação. In: Montgomery, C. Porter, M. Estratégia: A busca da Vantagem Competitiva. 3. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Probert, D.R., Phaal R., and Farrukh, Structuring a Systematic Approach to Technology Management: Concepts and Practice, International association for Management of Technology (IAMOT) conference, 19-22 march Lausanne, 2000.

Probert, D.R., Phaal, R. , Structuring a systematic approach to technology management: concepts and practice, International Association for Management of Technology (IAMOT) 12-22 march, 2003.

R. jeffrey Smith, USA Waives Objection to Russian Missile Technology Sale to Brazil, The Washington Post, June 8, 1995.

Reinaldo A. Moura – José Maurício Banzato. Lições das Missão ao Japão. Série Qualidade e Produtividade do Imam. 1990.

Renato Arroyo Simões. Qualidade Total Proposta de um Método para Escolha da Estratégia de Implantação. Campinas: Unicamp, 1995 (Tese de Mestrado).

Ricardo, L., Organização Teoria e projetos, Editora Thomson/Pioneira, 2003.

Richard A. Mass, John O. Brown, James L. Bossert. Supplier Certification : A Continuous Improvement Strategy. USA , Quality Press, American Society for Quality Control,1990.

Robert P., Clare F., David P., Technology Roadmap ping: Linking Technology Resources to Business Objectives, Institute for Manufacturing, University of Cambridge CB21RX, UK, Project Report, 2001.

Roberto, S., Geraldo, M., Maria Angélica C.S., Ana Cristina M.T., Marcia M.S., Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras, Editora Pini, 1995.

Rostaing, Hervé, Veille Technologique et Bibliométrie: concepts, outils, applications, Tese (doutorado em Ciencia da Informação e da Comunicação) – Faculte dès Sciences et Techniques de St. Jérôme, Univesité de Droit et des Sciences D' Aix-Marseille, 1998.

Samuel C. Certo & J.Paulo Peter. Administração Estratégica Planejamento e Implementação da Estratégia. Makron Books McGraw Hill. 1993.

Santo, A. R.; Pacheco,F.F.; Pereira,H.J.; Bastos Jr., Gestão do Conhecimento como Modelo Empresarial , Curitiba, 2001.

Senge, P.M. The leader's new work: building learning organizations. Sloan Management Review, p7-23, 1990.

Sénun B. Nunes. Estruturação e Planejamento do Processos de Benchmarking em um Ambiente Industrial, 1995 (Dissertação de Mestrado)

Serio R. Bio, Sistemas de Informação em enfoque Gerencial, Editora Atlas, 1998

Spendolini, M. J. Bebchmarking. São Paulo: Makro Books, 1993.

Stan Davis, Bill D. , 2020 Vision Transform Your Business Today to Succeed in Tomorrow's Economy, Editora Simon & Schuster, Rockefeller Center, 1230 avenue of the Americas, New York 10020. U.S.A., 1999.

Stalk, G., Evans, P. e Shulman, L., competing on capabilities: The new Rules of Corporate Strategy, The Harvard Business Review, Março – Abril de 1992.

Starkey, K. Como as organizações aprendem: Relatos de sucesso das grandes empresas. São Paulo: Fufura, 1997.

Steina G., Static Planning, New York, Free Press, 2001.

Sveiby. L., Intelligent Enterprise: A Knowledge and service Based Paradigm for Industry, 1999.

Teixeira Adelphino,S., Administração Básica, Editora Atlas, 2003.

Ulisses Cortes Oliveira, Chemical Propulsion Alternatives for Brazilian Rockets, III National Congress of Mechanical engineering – August 10 –13 – Belem-PA , Brazil, 2004.

Ulysses Mathias. Qualidade Total Aplicada a uma Organização Governamental voltada à Ciência e à Tecnologia: Necessidades e Barreiras.. São José dos Campos CTA/ITA 1995 (Tese de Mestrado).

Vallorio, Roberto, Skumanich, Marina, Silbernagel, Michelle, Foresighting Around The World: A Review Of Seven Best- In- Kind Program: U.S.A. Battelle Seattle Research center 1997.

Van de Ven, A. H.; Angele, H.L.; Poole, M.S., Research on the Management of Innovation: Minnesota studies. Oxford University Press, 2000.

Vasconcellos, E, Gerenciamento da Tecnologia : Um Instrumento para Competitividade Empresarial, São Paulo , Edgar Blucher, 1996.

Vicente Falconi Campos. Controle da Qualidade. Total (no estilo japonês). Fundação Cristiano Ottoni, Impresso em Bloch Editores S.A. Rio de Janeiro, 1994.

Vinicius de Melo Batalha. Avaliação da Qualidade no ITA usando os Critérios do Prêmio Nacional da Qualidade. São José dos Campos CTA/ITA 1997 (Trabalho de Graduação).

William M. Piland. Improving the Discipline of Cost Estimation and Analysis, NASA Langley Research Center, Hampton, USA, 2000.

William W. Scherkenbach. The Deming Route to Quality and Productivity. USA, Mercury Press, 1990.

Wind, J. Y. & Main, J. Provocar Mudanças: Como as melhores Empresas Estão se preparando para o século XXI; Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.,2002.

Apêndice 1

Roteiro de Pesquisa Relacionamento Empresas do vale e Fornecedor

Data :
Empresa :
Nome :
Cargo :
Tempo na empresa :

Perguntas :

- 1) Porque a importância da certificação dos fornecedores ?
- 2) Como que é planejado a certificação dos fornecedores ?
- 3) Como é feito o controle dos fornecedores ?
- 4) Quais os fatores críticos para o sucesso ou não dos fornecedores ?
- 5) O melhor fornecedor ou você queria que todos os fornecedores fosse a?

APÊNDICE 2

ROTEIRO DE PESQUISA PARA EMPRESAS DE REFERENCIA

I) Características gerais da Empresa

- 1) Qual é a missão da Empresa?
- 2) Quais os principais produtos da Empresa entre eles quais são líderes no mercado?
- 3) Há quantos anos a Empresa existe, como é classificada (pequena, média ou grande)? Tem quantos empregados?
- 4) Qual é o faturamento anual, tem filiais em outros países?
- 5) A Empresa é privada ou estatal?

Obs: favor enviar catálogo, folder ou outros materiais de divulgação.

II) Características do mercado da Empresa

- 6) Quais os principais clientes (no Brasil e no Exterior)?
- 7) Quem são os principais concorrentes internos (Brasil) e externos (Exterior)?
- 8) Quais os principais fornecedores (Nacionais e estrangeiros)?

III) Gestão da Qualidade da Empresa

- 9) Tem manual de qualidade?
- 10) Tem equipe de controle de qualidade, desde quando?
- 11) Tem apoio (financeiro) da alta gerência da empresa para implementar sistema de qualidade?
- 12) É certificada por algumas das normas conhecidos como ISO 9000, ISO 14000, QS 9000.

ROTEIRO DE PESQUISA PARA EMPRESAS DE REFERENCIA

1. ANÁLISE CRÍTICA DE CONTRATOS COM FORNECEDORES

- 1.1) Que pontos são muito importantes quando se elabora um contrato com fornecedores? O que são contratos com qualidade?
- 1.2) Seus fornecedores têm capacidade para atenderem os requisitos contratuais do pedido, qual a relação entre problemas observados e contratos?
- 1.3) Os contratos são armazenados e mantidos de tal forma que sejam prontamente recuperáveis, em instalações que forneçam condições ambientais adequadas para prevenir danos, deterioração e perda?

2. TREINAMENTO

Classificar os itens a seguir quanto à importância de acordo com os critérios abaixo:

- 2.1) Verificar se o fornecedor estabelece e mantém procedimentos documentados para identificar as necessidades de treinamento e providenciá-lo para todo o pessoal que executa atividades que influem na qualidade.
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante
- 2.2) Verificar se o fornecedor mantém, para os funcionários, programas de cursos internos ou externos para treinamento e aperfeiçoamento em métodos e processos de controle da qualidade.
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante
- 2.3) Verificar se o pessoal do fornecedor que executa tarefas especificamente designadas é qualificado com base na instrução, treinamento e/ou experiência apropriadas conforme requerido.
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante
- 2.4) Verificar se registros apropriados do treinamento são mantidos no fornecedor
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante

ROTEIRO DE PESQUISA PARA EMPRESAS DE REFERENCIA

5. INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

- 5.1) A organização assegura que os produtos recebidos não são utilizados ou processados até que tenham sido inspecionados ou verificado de alguma forma como estando em conformidade com os requisitos especificado?
- 5.2) O fornecedor é responsável pela garantia de que todos os produtos comprados estejam de acordo com os requisitos contratuais?
- 5.3) Os sub contratados são avaliados pelos fornecedores?
- 5.4) O fornecedor tem evidência objetiva de que seus controles e do sub fornecedor são eficazes? (Relatório de ensaios, dados de medição, etc.).

Na avaliação de fornecedores, classificar os itens abaixo quanto à importância:

5.5) Os materiais recebidos são confrontados com o pedido de compra e verificados em relação às características dos desenhos, normas, especificações ensaios, etc.

a – Pouco importante
c – Muito importante

b – Importante

5.6) O Pessoal, os equipamentos e as instalações da inspeção de recebimento são adequados e condizentes com o tipo e com os requisitos dos materiais recebidos.

a – Pouco importante
c – Muito importante

b – Importante

5.7) Os materiais pendentes de inspeção de recebimento são adequadamente identificados para evitar seu uso antes de serem aprovados.

a – Pouco importante
c – Muito importante

b – Importante

ROTEIRO DE PESQUISA PARA EMPRESAS DE REFERENCIA

6. CERTIFICAÇÃO

6.1) Qual a importância da certificação dos fornecedores?

a – Pouco importante

b – Importante

c – Muito importante

6.2) Como que é planejada a certificação dos fornecedores?

6.3) Como é feito o controle da certificação dos fornecedores?

6.4) Quais os fatores críticos para o sucesso ou não do processo de fornecimento?

Na avaliação de fornecedores :

6.5) O controle da qualidade possui autoridade suficiente para sugerir mudanças e cancelamento de subcontratados de desempenho irregular?

a – S()

b – N()

6.6) Existe um programa de avaliação inicial, qualificação e aprovação pela garantia da qualidade das fontes fornecedoras e subcontratadas.

a – Em alguns casos

b – Frequentemente

c – em todos os casos

ROTEIRO DE PESQUISA PARA EMPRESAS DE REFERENCIA

7. AUDITORIA

- 7.1) Quais os principais pontos auditados, para verificar a eficiência do sistemas de gestão da qualidade dos fornecedores?
- 7.2) Quem executa essas auditorias periódicas para verificar a eficiência daqueles sistema dos fornecedores?
- 7.3) Como são executadas essas auditorias?

Na avaliação de fornecedores, classificar os itens abaixo quanto à importância:

- 7.4) O pessoal da Administração dos fornecedores toma, em tempo hábil, ações corretivas referentes às deficiências encontradas durante a auditoria.
 - a – Em alguns casos
 - b – Frequentemente
 - c – Em todos os casos

APÊNDICE 3

ROTEIRO DE PESQUISA PARA FORNECEDORES CRÍTICOS DO CTA/IAE

I) Características gerais da Empresa

- 1) Qual é a missão da Empresa?
- 2) Quais os principais produtos da Empresa entre eles quais são líderes no mercado?
- 3) Há quantos anos a Empresa existe, como é classificada (pequena, média ou grande)? Tem quantos empregados?
- 4) Qual é o faturamento anual, tem filiais em outros países?
- 5) A Empresa é privada ou estatal?

Obs: favor enviar catálogo, folder ou outros materiais de divulgação.

II) Características do mercado da Empresa

- 6) Quais os principais clientes (no Brasil e no Exterior)?
- 7) Quem são os principais concorrentes internos (Brasil) e externos (Exterior)?
- 8) Quais os principais fornecedores (Nacionais e estrangeiros)?

III) Gestão da Qualidade da Empresa

- 9) Tem manual de qualidade?
- 10) Tem equipe de controle de qualidade, desde quando?
- 11) Tem apoio (financeiro) da alta gerência da empresa para implementar sistema de qualidade?
- 12) É certificada por algumas das normas conhecidos como ISO 9000, ISO 14000, QS 9000.

ROTEIRO DE PESQUISA PARA FORNECEDORES CRÍTICOS DO CTA/IAE

1. ANÁLISE CRÍTICA DE CONTRATOS COM CLIENTES

- 1.1) Que pontos são muito importantes quando se elabora um contrato de fornecimento? O que são contratos com qualidade?
- 1.2) Seus principais clientes exigem que sejam atendidos os requisitos contratuais do pedido, qual a relação entre problemas observados e contratos?
- 1.3) Os contratos de fornecimento são armazenados e mantidos de tal forma que sejam prontamente recuperáveis, em instalações que forneçam condições ambientais adequadas para prevenir danos, deterioração e perda?

2. TREINAMENTO

Classificar os itens a seguir quanto à importância de acordo com os critérios abaixo:

- 2.1) Sua organização estabelece e mantém procedimentos documentados para identificar as necessidades de treinamento e providenciá-lo para todo o pessoal que executa atividades que influem na qualidade.
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante
- 2.2) Mantém para os funcionários, programas de cursos internos ou externos para treinamento e aperfeiçoamento em métodos e processos de controle da qualidade.
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante
- 2.3) Verifica se o seu pessoal executa tarefas especificamente designadas é qualificado com base na instrução, treinamento e/ou experiência apropriadas conforme requerido.
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante
- 2.4) Existência de registros apropriados do treinamento
a – Sem nenhuma importância b – Moderadamente importante
c – Importante d – Muito importante

ROTEIRO DE PESQUISA PARA FORNECEDORES CRÍTICOS DO CTA/IAE

5. INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

- 5.1) Seus principais clientes asseguram que os produtos recebidos da sua empresa não são utilizados ou processados até que tenham sido inspecionados ou verificado de alguma forma como estando em conformidade com os requisitos especificado?
- 5.2) Sua organização é responsável pela garantia de que todos os produtos comprados estejam de acordo com os requisitos contratuais?
- 5.3) Os sub contratados são avaliados de que forma?
- 5.4) Sua organização tem evidência objetiva de que seus controles e dos sub contratados são eficazes? (Relatório de ensaios, dados de medição, etc.).

Classificar os itens abaixo quanto à importância:

5.5) Os materiais a serem enviados aos clientes são confrontados com o pedido de compra e verificados em relação às características dos desenhos, normas, especificações ensaios, etc.

a – Pouco importante
c – Muito importante

b – Importante

5.6) O Pessoal, os equipamentos e as instalações da inspeção de recebimento são adequados e condizentes com o tipo e com os requisitos dos materiais recebidos.

a – Pouco importante
c – Muito importante

b – Importante

5.7) Os materiais pendentes de inspeção de recebimento são adequadamente identificados para evitar seu uso antes de serem aprovados.

a – Pouco importante
c – Muito importante

b – Importante

ROTEIRO DE PESQUISA PARA FORNECEDORES CRÍTICOS DO CTA/IAE

6. CERTIFICAÇÃO

6.1) Qual a importância de ser certificado por seus clientes?

a – Pouco importante

b – Importante

c – Muito importante

6.2) Como que é planejada a certificação de acordo com os requisitos dos principais clientes?

6.3) Como os principais clientes controlam a certificação?

6.4) Quais os fatores críticos para o sucesso ou não do processo de fornecimento por seus principais clientes?

Na avaliação de fornecedores :

6.5) O controle da qualidade possui autoridade suficiente para sugerir mudanças e cancelamento de subcontratados de desempenho irregular?

a – S()

b – N()

6.6) Existe um programa de avaliação inicial, qualificação e aprovação pela garantia da qualidade das fontes e subcontratadas.

a – Em alguns casos

b – Frequentemente

c – em todos os casos

ROTEIRO DE PESQUISA PARA FORNECEDORES CRÍTICOS DO CTA/IAE

7. AUDITORIA

- 7.1) Quais os principais pontos auditados por seus clientes, para verificarem a eficiência do seu sistema de gestão da qualidade?
- 7.2) Quem executa essas auditorias periódicas para verificar a eficiência daqueles sistemas?
- 7.3) Como são executadas essas auditorias?

Classificar o item abaixo quanto à importância:

- 7.4) Seu pessoal toma, em tempo hábil, ações corretivas referentes às deficiências encontradas durante as auditorias.
 - a – Em alguns casos
 - b – Frequentemente
 - c – Em todos os casos

APÊNDICE 4

ROTEIRO DE PESQUISA APROFUNDADA

1. ANÁLISE CRÍTICA DE CONTRATOS COM FORNECEDORES

1.1. Como são elaborados os contratos dos fornecedores?

- Que pontos são importantes quando se elabora um contrato?
- Como são acompanhados os contratos elaborados?
- Como é feita a análise crítica dos contratos na sua empresa

2. TREINAMENTO

2.1 Como a empresa contratadora deve se colocar quando se trata do treinamento?

2.2 Como a sua empresa verifica se os funcionários dos fornecedores são treinados?

2.3 Que tipo de treinamento dos funcionários dos fornecedores são considerado mais importante?

3. CONTROLE DE EQUIPAMENTOS

3.1. Como proceder para incentivar o fornecedor não certificado a melhorar a calibração e inspeção dos equipamentos que comprometem a qualidade do produto final?

3.2. Como é feito o controle dos equipamentos na sua empresa?

4. PROCEDIMENTO PARA CONTROLE DE PROCESSO

4.1. Como se planeja o controle do processo de fabricação do fornecedor, quando o mesmo não tem certificação?

4.2. Como se elaboram os critérios normativos num fornecedor em desenvolvimento?

4.3. Como fazer um procedimento de qualidade para controle do processo dos fornecedores

5.INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

5.1. Como a organização assegura a conformidade com os requisitos especificados ao receber os produtos ou serviços do fornecedor?

5.2. Como é a política de inspeção da sua empresa?

ROTEIRO DE PESQUISA APROFUNDADA

6. CERTIFICAÇÃO

- 6.1. Como é planejada a certificação dos fornecedores?
- 6.2. 6.3. Como a sua empresa certifica os fornecedores preferenciais?

7. AUDITORIA

- 7.1. Como deve ser realizada a auditoria para diagnosticar a política de qualidade do fornecedor?
- 7.2. Quem e como são executadas as auditorias periódicas para verificar a eficiência dos sistemas dos fornecedores?
- 7.3. Quais as etapas importantes numa auditoria?

APÊNDICE 5

**ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA DEFINIÇÃO DAS DEMANDAS
TECNOLÓGICA NO SETOR AEROESPACIAL**

DADOS DO ENTREVISTADO

NOME:.....

FORMAÇÃO:

Especialização:.....

Mestrado:.....

Doutorado:.....

INSTITUTO/DIVISÃO:.....

CARGO:

TEMPO DE SERVIÇO:.....

ENDEREÇO:

TELEFONE:.....FAX:.....

E-MAIL:

DESCRIÇÃO DAS COMPETÊNCIAS:.....

DATA:

1. Identificar na lista abaixo as tecnologias prováveis de serem desenvolvidas no setor aeroespacial no Brasil

- 1) Nano solar cells
- 2) Mechatronics and robotics technology
- 3) Laser technology
- 4) Propelente líquido para veículos aeroespaciais
- 5) Bio computer
- 6) Solar cell technology
- 7) Natural decomposition plastic
- 8) Superconductive materials
- 9) Artificial organs
- 10) Automobile with non gasoline fuel

2. Na sua área de competência, citar algumas novas tecnologias básicas e promissoras no futuro para o setor aeroespacial

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....
- 6).....
- 7).....
- 8).....
- 9).....
- 10).....

3. Entre as novas tecnologias citadas na pergunta anterior, quais delas podem ser desenvolvidas no Brasil, levando em conta as competência essenciais existentes nos institutos de pesquisa e universidades?

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

4. Para dominar a tecnologias básicas futuras no setor aeroespacial, citadas ou não acima, quais as competências essenciais a serem desenvolvidas ou adquiridas no setor aeroespacial?

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

5. Atualmente, quais as competências essenciais que se encontram na sua divisão?

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

6. Identificar as principais competências organizacionais do CTA/IAE

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

7. Identificar as competências essenciais necessárias para desenvolver as tecnologias básicas citadas na pergunta número dois

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

8. Entre as tecnologias definidas acima, quais são impossíveis de serem desenvolvidas no CTA/IAE? Sendo assim, podemos adquirir a competência básica ou fazer joint ventures, se for possível?

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

9. Identificar entre as linhas de pesquisa acima quais são possíveis de serem desenvolvidas no CTA/IAE

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....

5).....

10. Considerando as linhas de pesquisas possíveis de se desenvolver no CTA/IAE , no seu ponto de vista, nós temos pessoas (técnicos, administradores,etc), processos e equipamentos para desenvolver e materializar essas linhas de pesquisas?

1).....

2).....

3).....

4).....

5).....

11. No CTA/IAE existe um banco de dados para identificar rapidamente as competências existentes na organização? Dar sugestões para o futuro

1).....

2).....

3).....

4).....

5).....

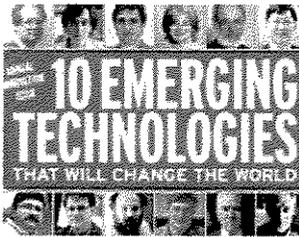
APÊNDICE 6

LISTA DE PESQUISAS DEMANDADAS PARA FUTURO



10 Emerging Technologies That Will Change the World

February 2003



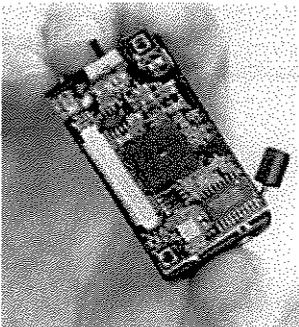
Technology Review identifies the developments that will dramatically affect the way we live and work—and profiles the leading innovators behind them.

TRY A
DIGITAL
SUBSCRIPTION



In labs around the world, researchers are busy creating technologies that will change the way we conduct business and live our lives. These are not the latest crop of gadgets and gizmos: they are completely new technologies that could soon transform computing, medicine, manufacturing, transportation, and our energy infrastructure. Nurturing the people and the culture needed to make the birth of such technological ideas possible is a messy endeavor, as MIT Media Lab cofounder Nicholas Negroponte explains in *Creating a Culture of Ideas*. But in this special section, *Technology Review's* editors have identified 10 emerging technologies that we predict will have a tremendous influence in the near future. For each, we've chosen a researcher or research team whose work and vision is driving the field. The profiles, on the following pages, offer a sneak preview of the technology world in the years and decades to come.

Wireless Sensor Networks



Great Duck Island, a 90-hectare expanse of rock and grass off the coast of Maine, is home to one of the world's largest breeding colonies of Leach's storm petrels—and to one of the world's most advanced experiments in wireless networking. Last summer, researchers bugged dozens of the petrels' nesting burrows with small monitoring devices called motes. Each is about the size of its power source—a pair of AA batteries—and is equipped with a processor, a tiny amount of computer memory, and sensors that monitor light, humidity, pressure, and heat. There's also a radio transceiver just powerful enough to broadcast snippets of data to nearby motes and pass on information received from other neighbors, bucket brigade-style.

Read
Technology Review
just about anywhere
you and your
computer are —
at the office,
at home or
on the go.

Mote maker: David Culler's "motes" monitor the environment and send reports wirelessly. (Photograph by Angela Wyant)

This is more than the latest in avian intelligence gathering. The motes preview a future pervaded by networks of wireless battery-powered sensors that monitor our environment, our machines, and even *us*. It's a future that

MIT'S TECHNOLOGY INSIDER
TECHNOLOGY

David Culler, a computer scientist at the University of California, Berkeley, has been working toward for the last four years. "It's one of the big opportunities" in information technology, says Culler. "Low-power wireless sensor networks are spearheading what the future of computing is going to look like."

Culler is on partial leave from Berkeley to direct an Intel "labeled" that is perfecting the motes, as well as the hardware and software systems needed to clear the way for wireless networks made up of thousands or even millions of sensors. These networks will observe just about everything, including traffic, weather, seismic activity, the movements of troops on battlefields, and the stresses on buildings and bridges—all on a far finer scale than has been possible before.

Because such networks will be too distributed to have the sensors hard-wired into the electrical or communications grids, the labeled's first challenge was to make its prototype motes communicate wirelessly with minimal battery power. "The devices have to organize themselves in a network by listening to one another and figuring out who can they hear...but it costs power to even listen," says Culler. That meant finding a way to leave the motes' radios off most of the time and still allow data to hop through the network, mote by mote, in much the same way that data on the Internet are broken into packets and routed from node to node.

Until Culler's group attacked the problem, wireless networking had lacked an equivalent

to the data-handling protocols that make the Internet work. The label's solution: TinyOS, a compact operating system only a few kilobytes in size, that handles such administrative tasks as encoding data packets for relay and turning on radios only when they're needed. The notes that run TinyOS should cost a few dollars apiece when mass produced and are being field-tested in several locations from Maine to California, where Berkeley seismologists are using them to monitor earthquakes.

Anyone is free to download and tinker with TinyOS, so researchers outside of Berkeley and Intel can test wireless sensor networks in a range of environments without having to reinvent the underlying technology. Culler's notes have been "a tremendously enabling platform," says Deborah Estrin, director of the Center for Embedded Networked Sensing at the University of California, Los Angeles. Estrin is rigging a nature reserve in the San Jacinto mountains with a dense array of wireless microclimate and imaging sensors.

Others are trying to make motes even smaller. A group led by Berkeley computer scientist Kristofer Pister is aiming for one cubic millimeter—the size of a few dust mites. At that scale, wireless sensors could permeate highway surfaces, building materials, fabrics, and perhaps even our bodies. The resulting data bonanza could vastly increase our understanding of our physical environment—and help us protect our own nests.

—Wade Roush

Others in WIRELESS SENSOR NETWORKS	
RESEARCHER	PROJECT
Gaetano Borriello U. Washington; Intel	Small embedded computers and communications protocols
Deborah Estrin U. California, Los Angeles	Networking, middleware, data handling, and hardware for distributed sensors and actuators
Michael Horton Crossbow Technology	Manufacture of sensors and motes
Kristofer Pister U. California, Berkeley	Millimeter-size sensing and communication devices



The rethinker: Jennifer Elisseeff is taking tissue engineering in a new direction. (Photograph by David Deal)

Injectable Tissue Engineering

Every year, more than 700,000 patients in the United States undergo joint replacement surgery. The procedure—in which a knee or a hip is replaced with an artificial implant—is highly invasive, and many patients delay the surgery for as long as they can. Jennifer Elisseeff, a biomedical engineer at Johns Hopkins University, hopes to change that with a treatment that does away with surgery entirely: injectable tissue engineering. She and her colleagues have developed a way to inject joints with specially designed mixtures of polymers, cells, and growth stimulators that solidify and form healthy tissue. "We're not just trying to improve the current therapy," says Elisseeff. "We're really trying to change it completely."

Elisseeff is part of a growing movement that is pushing the bounds of tissue engineering—a field researchers have long hoped would produce lab-grown alternatives to transplanted organs and tissues. For the last three decades, researchers have focused on growing new tissues on polymer scaffolds in the lab. While this approach has had success producing small amounts of cartilage and skin, researchers have had difficulty keeping cells alive on larger scaffolds. And even if those problems could be worked out, surgeons would still have to implant the lab-grown tissues. Now, Elisseeff, as well as other academic and industry researchers, are turning to injectable systems that are less invasive and far cheaper. Many of the tissue-engineering applications to reach the market first could be delivered by syringe rather than implants, and Elisseeff is pushing to make this happen as soon as possible.

Elisseeff and her colleagues have used an injectable system to grow cartilage in mice. The researchers added cartilage cells to a light-sensitive liquid polymer and injected it under

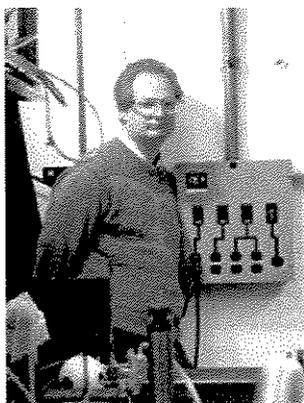
the skin on the backs of mice. They then shone ultraviolet light through the skin, causing the polymer to harden and encapsulate the cells. Over time, the cells multiplied and developed into cartilage. To test the feasibility of the technique for minimally invasive surgery, the researchers injected the liquid into the knee joints of cadavers. The surgeons used a fiber-optic tube to view the hardening process on a television monitor. "This has huge implications," says James Wenz, an orthopedic surgeon at Johns Hopkins who is collaborating with Elisseff.

While most research on injectable systems has focused on cartilage and bone, observers say this technology could be extended to tissues such as those of the liver and heart. The method could be used to replace diseased portions of an organ or to enhance its functioning, says Harvard University pediatric surgeon Anthony Atala. In the case of heart failure, instead of opening the chest and surgically implanting an engineered valve or muscle tissue, he says, simply injecting the right combination of cells and signals might do the trick.

For Elisseff and the rest of the field, the next frontier lies in a powerful new tool: stem cells. Derived from sources like bone marrow and embryos, stem cells have the ability to differentiate into numerous types of cells. Elisseff and her colleagues have exploited that ability to grow new cartilage and bone simultaneously—one of the trickiest feats in tissue engineering. They made layers of a polymer-and-stem-cell mixture, infusing each layer with specific chemical signals that triggered the cells to develop into either bone or cartilage. Such hybrid materials would simplify knee replacement surgeries, for instance, that require surgeons to replace the top of the shin bone and the cartilage above it.

Don't expect tissue engineers to grow entire artificial organs anytime soon. Elisseff, for one, is aiming for smaller advances that will make tissue engineering a reality within the decade. For the thousands of U.S. patients who need new joints every year, such small feats could be huge. —Alexandra M. Goho

Others in INJECTABLE TISSUE ENGINEERING	
RESEARCHER	PROJECT
Anthony Atala Harvard Medical School	Cartilage
Jim Burns Genzyme	Cartilage
Antonios Mikos Rice U.	Bone and cardiovascular tissue
David Mooney U. Michigan	Bone and cartilage



Looking to the sun: Paul Alivisatos hopes nanorods will boost solar-cell efficiency. (Photograph by Timothy Archibald)

Nano Solar Cells

The sun may be the only energy source big enough to wean us off fossil fuels. But harnessing its energy depends on silicon wafers that must be produced by the same exacting process used to make computer chips. The expense of the silicon wafers raises solar-power costs to as much as 10 times the price of fossil fuel generation—keeping it an energy source best suited for satellites and other niche applications.

Paul Alivisatos, a chemist at the University of California, Berkeley, has a better idea: he aims to use nanotechnology to produce a photovoltaic material that can be spread like plastic wrap or paint. Not only could the nano solar cell be integrated with other building materials, it also offers the promise of cheap production costs that could finally make solar power a widely used electricity alternative.

Alivisatos's approach begins with electrically conductive polymers. Other researchers have attempted to concoct solar cells from these plastic materials (see "Solar on the Cheap," *TR* January/ February 2002), but even the best of these devices aren't nearly efficient enough at converting solar energy into electricity. To

improve the efficiency, Alivisatos and his coworkers are adding a new ingredient to the polymer: nanorods, bar-shaped semiconducting inorganic crystals measuring just seven nanometers by 60 nanometers. The result is a cheap and flexible material that could provide the same kind of efficiency achieved with silicon solar cells. Indeed, Alivisatos hopes that within three years, Nanosys—a Palo Alto, CA, startup he cofounded—will roll out a nanorod solar cell that can produce energy with the efficiency of silicon-based systems.

The prototype solar cells he has made so far consist of sheets of a nanorod-polymer composite just 200 nanometers thick. Thin layers of an electrode sandwich the composite sheets. When sunlight hits the sheets, they absorb photons, exciting electrons in the polymer and the nanorods, which make up 90 percent of the composite. The result is a useful current that is carried away by the electrodes.

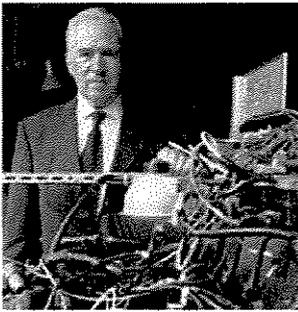
Early results have been encouraging. But several tricks now in the works could further boost performance. First, Alivisatos and his collaborators have switched to a new nanorod material, cadmium telluride, which absorbs more sunlight than cadmium selenide, the material they used initially. The scientists are also aligning the nanorods in branching assemblages that conduct electrons more efficiently than do randomly mixed nanorods. "It's all a matter of processing," Alivisatos explains, adding that he sees "no inherent reason" why the nano solar cells couldn't eventually match the performance of top-end, expensive silicon solar cells.

The nanorod solar cells could be rolled out, ink-jet printed, or even painted onto surfaces, so "a billboard on a bus could be a solar collector," says Nanosys's director of business development, Stephen Empedocles. He predicts that cheaper materials could create a \$10 billion annual market for solar cells, dwarfing the growing market for conventional silicon cells.

Alivisatos's nanorods aren't the only technology entrants chasing cheaper solar power. But whether or not his approach eventually revolutionizes solar power, he is bringing novel nanotechnology strategies to bear on the problem. And that alone could be a major contribution to the search for a better solar cell. "There will be other research groups with clever ideas and processes—maybe something we haven't even thought of yet," says Alivisatos. "New ideas and new materials have opened up a period of change. It's a good idea to try many approaches and see what emerges."

Thanks to nanotechnology, those new ideas and new materials could transform the solar cell market from a boutique source to the Wal-Mart of electricity production. —*Eric Scigliano*

Others in NANO SOLAR CELLS	
RESEARCHER	PROJECT
Richard Friend U. Cambridge	Fullerene-polymer composite solar cells
Michael Grätzel Swiss Federal Institute of Technology	Nanocrystalline dye-sensitized solar cells
Alan Heeger U. California, Santa Barbara	Fullerene-polymer composite solar cells
N. Serdar Sariciftci Johannes Kepler U.	Polymer and fullerene-polymer composite solar cells



Mechatronics

To improve everything from fuel economy to performance, automotive researchers are turning to "mechatronics," the integration of familiar mechanical systems with new electronic components and intelligent-software control. Take brakes. In the next five to 10 years, electromechanical actuators will replace hydraulic cylinders; wires will replace brake fluid lines; and software will mediate between the driver's foot and the action that slows the car. And because lives will depend on such mechatronic systems, Rolf Isermann, an engineer at Darmstadt University of Technology in Darmstadt, Germany, is using software that can identify and correct for flaws in real time to make sure the technology functions impeccably. "There is a German word for it: *gründlich*," he says. "It means you do it *really* right."

Finding faults: Rolf Isermann is building flaw detection software to keep cars safe. (Photograph by Peter Blakely/Corbis/Saba)

In order to do mechatronic braking right, Isermann's group is developing software that tracks data from three sensors: one detects the flow of electrical current to the brake actuator; a second tracks the actuator's position; and the third measures its clamping force. Isermann's software analyzes those numbers to detect faults—such as an increase in friction—and flashes a dashboard warning light, so the driver can get the car serviced before the fault leads to failure.

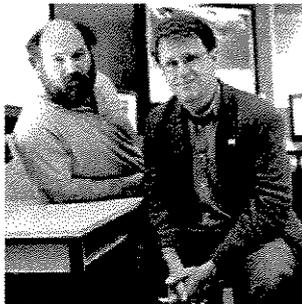
"Everybody initially was worried about the safety of electronic devices. I think people are now becoming aware they are safer than mechanical ones," says Karl Hedrick, a mechanical engineer at the University of California, Berkeley. "A large part of the reason they are safer is you can build in fault diagnoses and fault tolerance. Isermann is certainly in the forefront of people developing technology to do this."

Isermann is also working to make engines run cleaner. He is developing software that detects combustion misfires, which can damage catalytic converters and add to pollution. Because it's not practical to have a sensor inside a combustion chamber, Isermann's system relies on data from sensors that measure oxygen levels in exhaust and track the speed of the crankshaft (the mechanism that delivers the engine's force to the wheels). Tiny fluctuations in crankshaft speed accompanied by changes in emissions reveal misfires. If a misfire is detected, the software can warn the driver or, in the future, might automatically fix the problem.

Partnerships with manufacturing companies—including DaimlerChrysler and Continental Teves—merge the basic research from Isermann's group with industry's development of such technologies in actual cars. Isermann says that "80 to 90 percent of the innovations in the development of engines and cars these days are due to electronics and mechatronics." Until recent years, mechatronic systems were found mainly in such big-ticket items as aircraft and industrial equipment or in small precision components for products such as cameras and photocopiers. But new applications in cars and trucks have helped prompt a surge in the number of groups working on mechatronics. The trend has been fueled by falling prices for microprocessors and sensors, more stringent vehicle-emissions regulations in Europe and California, and automakers' wanting to enhance their vehicles with additional comfort and performance features.

Although the luxury market looms largest today—new high-end models from BMW contain more than 70 microprocessors that control more than 120 tiny motors—mechatronics will be moving into the wider car market within five years, says Lino Guzzella, codirector of the Institute of Measurement and Control at the Swiss Federal Institute of Technology. And with software like Isermann's on board, the electronic guts of these new driving machines should be as sturdy and reliable as steel. —David Talbot

Others in MECHATRONICS	
RESEARCHER	PROJECT
Lino Guzzella Swiss Federal Institute of Technology	Engine modeling and control systems
Karl Hedrick and Masayoshi Tomizuka U. California, Berkeley	Control systems and theory
Uwe Kiencke U. Karlsruhe	Digital signal processing
Philip Koopman Carnegie Mellon U.	Fault tolerance in control software
Lars Nielsen Linköping U.	Engine control systems



Grid builders: Computing is like electricity, say Carl Kesselman (left) and Ian Foster. (Photograph by David Deal)

Grid Computing

In the 1980s "internetworking protocols" allowed us to link any two computers, and a vast network of networks called the Internet exploded around the globe. In the 1990s the "hypertext transfer protocol" allowed us to link any two documents, and a vast, online library-cum-shoppingmall called the World Wide Web exploded across the Internet. Now, fast emerging "grid protocols" might allow us to link almost anything else: databases, simulation and visualization tools, even the number-crunching power of the computers themselves. And we might soon find ourselves in the midst of the biggest explosion yet.

"We're moving into a future in which the location of [computational] resources doesn't really matter," says Argonne National Laboratory's Ian Foster. Foster and Carl Kesselman of the University of Southern California's

Information Sciences Institute pioneered this concept, which they call grid computing in analogy to the electric grid, and built a community to support it. Foster and Kesselman, along with Argonne's Steven Tuecke, have led development of the Globus Toolkit, an open-source implementation of grid protocols that has become the de facto standard. Such protocols promise to give home and office machines the ability to reach into cyberspace, find resources wherever they may be, and assemble them on the fly into whatever applications are needed.

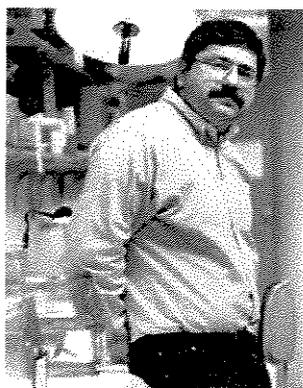
Imagine, says Kesselman, that you're the head of an emergency response team that's trying to deal with a major chemical spill. "You'll probably want to know things like, What chemicals are involved? What's the weather forecast, and how will that affect the pattern of dispersal? What's the current traffic situation, and how will that affect the evacuation routes?" If you tried to find answers on today's Internet, says Kesselman, you'd get bogged down in arcane log-in procedures and incompatible software. But with grid computing it would be easy: the grid protocols provide standard mechanisms for discovering, accessing, and invoking just about any online resource, simultaneously building in all the requisite safeguards for security and authentication.

Construction is under way on dozens of distributed grid computers around the world—virtually all of them employing Globus Toolkit. They'll have unprecedented computing power and applications ranging from genetics to particle physics to earthquake engineering. The \$88 million TeraGrid of the U.S. National Science Foundation will be one of the largest. When it's completed later this year, the general-purpose, distributed supercomputer will be capable of some 21 trillion floating-point operations per second, making it one of the fastest computational systems on Earth. And grid computing is experiencing an upsurge of support from industry heavyweights such as IBM, Sun Microsystems, and Microsoft. IBM, which is a primary partner in the TeraGrid and several other grid projects, is beginning to market an enhanced commercial version of the Globus Toolkit.

Out of Foster and Kesselman's work on protocols and standards, which began in 1995,

"this entire grid movement emerged," says Larry Smarr, director of the California Institute for Telecommunications and Information Technology. What's more, Smarr and others say, Foster and Kesselman have been instrumental in building a community around grid computing and in advocating its integration with two related approaches: peer-to-peer computing, which brings to bear the power of idle desktop computers on big problems in the manner made famous by SETI@home, and Web services, in which access to far-flung computational resources is provided through enhancements to the Web's hypertext protocol. By helping to merge these three powerful movements, Foster and Kesselman are bringing the grid revolution much closer to reality. And that could mean seamless and ubiquitous access to unfathomable computer power. —M. Mitchell Waldrop

Others in GRID COMPUTING	
RESEARCHER	PROJECT
Andrew Chien Entropia	Peer-to-Peer Working Group
Andrew Grimshaw Avaki, U. Virginia	Commercial grid software
Miron Livny U. Wisconsin, Madison	Open-source system to harness idle workstations
Steven Tuecke Argonne National Laboratory	Globus Toolkit



A vision thing: Umar Mahmood's imaging tools reveal cancer's molecular secrets. (Photograph by Kathieen Dooher)

Molecular Imaging

At Massachusetts General Hospital's Center for Molecular Imaging Research—a bustling facility nestled next to an old Navy shipyard—Umar Mahmood uses a digital camera to peer through the skin of a living mouse into a growing tumor. Using fluorescent tags and calibrated filters, the radiologist actually sees the effects of the cancer on a molecular scale: destructive enzymes secreted by the tumor show up on Mahmood's computer screen as splotches of red, yellow, and green. In the future, he says, such "molecular imaging" may lead to earlier detection of human disease, as well as more effective therapies.

Molecular imaging—shorthand for a number of techniques that let researchers watch genes, proteins, and other molecules at work in the body—has exploded, thanks to advances in cell biology, biochemical agents, and computer analysis. Research groups around the world are joining the effort to use magnetic, nuclear, and optical imaging techniques to study the molecular interactions that

underlie biological processes. Unlike x-ray, ultrasound, and other conventional techniques that give doctors only such anatomical clues as the size of a tumor, molecular imaging could help track the underlying *causes* of disease. The appearance of an unusual protein in a cluster of cells, say, might signal the onset of cancer. Mahmood is helping to lead the effort to put the technology into medical practice.

It is challenging, though, to detect a particular molecule in the midst of cellular activity. When researchers inject a tag that binds to the molecule, they face the problem of distinguishing the bound tags from the extra, unbound tags. So Mahmood has worked with chemists to develop "smart probes" that change their brightness or their magnetic properties when they meet their target. "This is a big deal," says David Piwnica-Worms, director of the Molecular Imaging Center at Washington University in St. Louis. The method, he explains, "allows you to see selected proteins and enzymes that you might miss with standard tracer techniques."

In a series of groundbreaking experiments, Mahmood's team treated cancerous mice with a drug meant to block the production of an enzyme that promotes tumor growth. The researchers then injected fluorescent probes designed to light up in the presence of that enzyme. Under an optical scanner, treated tumors showed up as less fluorescent than untreated tumors, demonstrating the potential of molecular imaging to monitor treatments in real time—rather than waiting months to see whether a tumor shrinks. "The

big goal is to select the optimum therapy for a patient and then to check that, say, a drug is hitting a particular receptor," says John Hoffman, director of the Molecular Imaging Program at the National Cancer Institute. What's more, molecular imaging could be used to detect cancer signals that precede anatomical changes by months or years, eliminating the need for surgeons to cut out a piece of tissue to make a diagnosis. "At the end of the day, we may replace a number of biopsies with imaging," Mahmood says.

In Mahmood's lab, clinical trials are under way for magnetic resonance imaging of blood vessel growth—an early indicator of tumor growth and other changes. For more advanced techniques such as those used in the mouse cancer study, clinical trials are two years away. The big picture: 10 years down the road, molecular imaging may take the place of mammograms, biopsies, and other diagnostic techniques. Although it won't replace conventional imaging entirely, says Mahmood, molecular imaging will have a profound effect both on basic medical research and on high-end patient care. Indeed, as his work next door to the shipyard makes clear, an important new field of biotechnology has set sail. —Gregory T. Huang

Others in MOLECULAR IMAGING	
RESEARCHER	PROJECT
Ronald Blasberg Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	Imaging of gene expression
Harvey Herschman U. California, Los Angeles	Tracking of gene therapy, gene activities
David Piwnica-Worms Washington U.	Protein interactions, imaging tools
Patricia Price U. Manchester	Clinical oncology, imaging drug targets
Ralph Weissleder Harvard Medical School	Cell tracking, molecular targets, drug discovery



Nano's Gutenberg: With the ease of a printing press, Stephen Chou makes tiny devices. (Photograph by Flynn Larsen)

Nanoimprint Lithography

A world of Lilliputian sensors, transistors, and lasers is in development at nanotechnology labs worldwide. These devices point to a future of ultrafast and cheap electronics and communications. But making nanotechnology relevant beyond the lab is difficult because of the lack of suitable manufacturing techniques. The tools used to mass-produce silicon microchips are far too blunt for nanofabrication, and specialized lab methods are far too expensive and time-consuming to be practical. "Right now everybody is talking about nanotechnology, but the commercialization of nanotechnology critically depends upon our ability to manufacture," says Princeton University electrical engineer Stephen Chou.

A mechanism just slightly more sophisticated than a printing press could be the answer, Chou believes. Simply by stamping a hard mold into a soft material, he can faithfully imprint features smaller than 10 nanometers across. Last summer, in a dramatic demonstration of the potential of the technique, Chou showed that he could make nano features directly in silicon and metal. By flashing the solid with a powerful laser, he melted the surface just long enough to press in the mold and imprint the desired features.

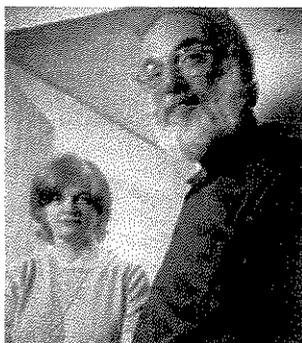
Although Chou was not the first researcher to employ the imprinting technique, which some call soft lithography, his demonstrations have set the bar for nanofabrication, says John Rogers, a chemist at Lucent Technologies' Bell Labs. "The kind of revolution that he has achieved is quite remarkable in terms of speed, area of patterning, and the smallest-size features that are possible. It's leading edge," says Rogers. Ultimately, nanoimprinting could become the method of choice for cheap and easy fabrication of nano

features in such products as optical components for communications and gene chips for diagnostic screening. Indeed, NanoOpto, Chou's startup in Somerset, NJ, is already shipping nanoimprinted optical-networking components. And Chou has fashioned gene chips that rely on nano channels imprinted in glass to straighten flowing DNA molecules, thereby speeding genetic tests.

Chou is also working to show that nanoimprinting can tackle lithography's grand challenge: how to etch nano patterns into silicon for future generations of high-performance microchips. Chou says he can already squeeze at least 36 times as many transistors onto a silicon wafer as the most advanced commercial lithography tools. But to make complex chips, which have many layers, perfect alignment must be maintained through as many as 30 stamping steps. For Chou's process, in which heat could distort the mold and the wafer, that means each round of heating and imprinting must be quick. With his recent laser-heating innovations, Chou has cut imprinting time from 10 seconds to less than a microsecond. As a result, he has demonstrated the ability to make basic multilayered chips, and he says complex processors and memory chips are next. Chou's other startup, Nanonex in Princeton, NJ, is busy negotiating alliances with lithography tool manufacturers.

Chou's results come at a time when the chipmaking industry has been spending billions of dollars developing exotic fabrication techniques that use everything from extreme ultraviolet light to electron beams. But, says Stanford University nanofabrication expert R. Fabian Pease, "If you look at what the extreme ultraviolet and the electron projection lithography techniques have actually accomplished, [imprint lithography], which has had a tiny fraction of the investment, is looking awfully good." This is sweet vindication for Chou, who began working on nanofabrication in the 1980s, before most of his colleagues recognized that nano devices would be worth manufacturing. "Nobody questions the manufacturing ability of nanoimprint anymore," says Chou. "Suddenly the doubt is gone."
—Peter Fairley

Others in NANOIMPRINT LITHOGRAPHY	
RESEARCHER	PROJECT
Yong Chen Hewlett-Packard	High-density molecular electronic memory
John Rogers Bell Labs	Patterning polymer electronics
George Whitesides Harvard U.	Contact printing on flexible substrates
Grant Willson U. Texas; Molecular Imprints	High-density microchip fabrication



Computer exterminators: Nancy Lynch and Stephen Garland rid software of bugs. (Photograph by Nathan Whitehorn)

Software Assurance

Computers crash. That's a fact of life. And when they do, it's usually because of a software bug. Generally, the consequences are minimal—a muttered curse and a reboot. But when the software is running complex distributed systems such as those that support air traffic control or medical equipment, a bug can be very expensive, and even cost lives. To help avoid such disasters, Nancy Lynch and Stephen Garland are creating tools they hope will yield nearly error-free software.

Working together at MIT's Laboratory for Computer Science, Lynch and Garland have developed a computer language and programming tools for making software development more rigorous, or as Garland puts it, to "make software engineering more like an engineering discipline." Civil engineers, Lynch points out, build and test a model of a bridge before anyone constructs the bridge

itself. Programmers, however, often start with a goal and, perhaps after some discussion, simply sit down to write the software code. Lynch and Garland's tools allow programmers to model, test, and reason about software before they write it. It's an approach that's unique among efforts launched recently by the likes of Microsoft, IBM, and Sun

Microsystems to improve software quality and even to simplify and improve the programming process itself.

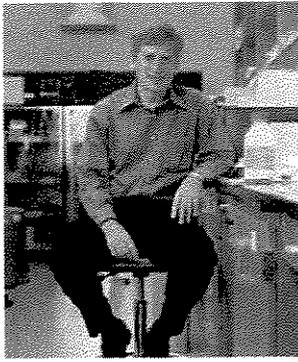
Like many of these other efforts, Lynch and Garland's approach starts with a concept called abstraction. The idea is to begin with a high-level summary of the goals of the program and then write a series of progressively more specific statements that describe both steps the program can take to reach its goals and how it should perform those steps. For example, a high-level abstraction for an aircraft collision avoidance system might specify that corrective action take place whenever two planes are flying too close. A lower-level design might have the aircraft exchange messages to determine which should ascend and which should descend.

Lynch and Garland have taken the idea of abstraction further. A dozen years ago, Lynch developed a mathematical model that made it easier for programmers to tell if a set of abstractions would make a distributed system behave correctly. With this model, she and Garland created a computer language programmers can use to write "pseudocode" that describes what a program should do. With his students, Garland has also built tools to prove that lower levels of abstractions relate correctly to higher levels and to simulate a program's behavior before it is translated into an actual programming language like Java. By directing programmers' attention to many more possible bug-revealing circumstances than might be checked in typical software tests, the tools help assure that the software will always work properly. Once software has been thus tested, a human can easily translate the pseudocode into a standard programming language.

Not all computer scientists agree that it is possible to prove software error free. Still, says Shari Pfleeger, a computer scientist for Rand in Washington, DC, mathematical methods like Lynch and Garland's have a place in software design. "Certainly using it for the most critical parts of a large system would be important, whether or not you believe you're getting 100 percent of the problems out," Pfleeger says.

While some groups have started working with Lynch and Garland's software, the duo is pursuing a system for automatically generating Java programs from highly specified pseudocode. The aim, says Garland, is to "cut human interaction to near zero" and eliminate transcription errors. Collaborator Alex Shvartsman, a University of Connecticut computer scientist, says, "A tool like this will take us slowly but surely to a place where systems are much more dependable than they are today." And whether we're boarding planes or going to the hospital, we can all appreciate that goal. —*Erika Jonietz*

Others in SOFTWARE ASSURANCE	
RESEARCHER	PROJECT
Gerard Holzmann Bell Labs	Software to detect bugs in networked computers
Charles Howell Mitre	Benchmarks for software assurance
Charles Simonyi Intentional Software	Programming tools to improve software
Douglas Smith Kestrel Institute	Mechanized software development



Glycomics

James Paulson, a researcher at the Scripps Research Institute in La Jolla, CA, lifts a one-liter, orange-capped bottle from his desk. The bottle is filled with sugar, and Paulson estimates that, had the substance been purchased from a chemical supply house, it would have cost about \$15 million. "If I could only sell it," Paulson jokes, admiring what looks like the chunky, raw sugar served at health food restaurants.

Sweets for the sick: James Paulson is uncovering the healing power of sugars. (Photograph by Bryce Duffy)

In fact, Cytel, a biotech company Paulson once helped run, synthesized the sugar—one of thousands made by the human body—with hopes it could be sold to truly boost health. Cytel's aim was to turn the sugar into a drug that could tame the immune system to minimize damage following heart attacks and surgery. That ambition failed, but the effort to understand and ultimately harness sugars—a field called glycomics—is thriving. And Paulson,

who has gone on to cofound Abaron Biosciences in La Jolla, CA, is leading the way, developing new glycomic drugs that could have an impact on health problems ranging from rheumatoid arthritis to the spread of cancer cells.

The reason for the excitement around glycomics is that sugars have a vital, albeit often overlooked, function in the body. In particular, sugars play a critical role in stabilizing and determining the function of proteins through a process called glycosylation, in which sugar units are attached to other molecules including newly made proteins. "If you don't have any glycosylation, you don't have life," says Paulson.

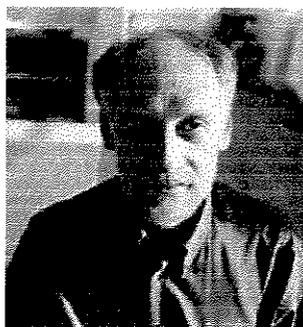
By manipulating glycosylation or sugars themselves, researchers hope to shut down disease processes, create new drugs, and improve existing ones. Biotech giant Amgen, for instance, made a more potent version of its best-selling drug (a protein called erythropoietin, which boosts red-blood-cell production) by attaching two extra sugars to the molecule. Other companies such as GlycoGenesys, Progenics Pharmaceuticals, and Oxford Glycoscience have glycomic drugs in human tests for ailments ranging from Gaucher's disease to colorectal cancer. "The medical potential...is absolutely enormous," says Abaron cofounder Jamey Marth, a geneticist at the University of California, San Diego.

Despite the importance of sugars, efforts to unravel their secrets long remained in the shadows of research into genes and proteins—in part because there is no simple "code" that determines sugars' structures. But over the last few decades, researchers have slowly uncovered clues to sugars' functions. In the late 1980s, Paulson and his team isolated a gene for one of the enzymes responsible for glycosylation. Since that watershed event, scientists have been piecing together an ever more detailed understanding of the ways sugars can in some instances ensure healthy functioning and in others make us susceptible to disease.

It's a gargantuan task. Researchers estimate that as many as 40,000 genes make up each person, and each gene can code for several proteins. Sugars modify many of those proteins, and various cell types attach the same sugars in different ways, forming a variety of branching structures, each with a unique function. "It's a nightmare" to figure all this out, says Paulson. "In order for the field to progress rapidly, we need to bring together the experts in the various subfields to think about the problems of bridging the technologies and beginning to move toward a true glycomics approach." In an attempt to do just that, Paulson heads the Consortium for Functional Glycomics. The group, comprising more than 40 academics from a number of disciplines, has a five-year \$34 million grant from the National Institutes of Health.

Despite this large-scale effort and healthy dose of federal funding, however, Paulson stresses that the consortium cannot detail every sugar in the body. "We're just taking a bite out of the apple." But what a sweet, large apple it is. —Jon Cohen

Others in GLYCOMICS	
RESEARCHER	PROJECT
Carolyn Bertozzi U. California, Berkeley; Thios Pharmaceuticals	Glycosylation and receptor binding in disease
Richard Cummings U. Oklahoma	Sugars in cell adhesion
Stuart Kornfeld Washington U. School of Medicine	Pathways of glycosylation and genetic disorders
John Lowe U. Michigan	Sugars in immunity and cancer
Jamey Marth U. California, San Diego; Abaron Biosciences	Sugars in physiology and disease



Quantum Cryptography

The world runs on secrets. Governments, corporations, and individuals—to say nothing of Internet-based businesses—could scarcely function without secrecy. Nicolas Gisin of the University of Geneva is in the vanguard of a technological movement that could fortify the security of electronic communications. Gisin's tool, called quantum cryptography, can transmit information in such a way that any effort to eavesdrop will be detectable.

Secret keeper: Nicolas Gisin guards information in a quantum-clad lockbox. (Photograph by Peter Blakely/Corbis/Saba)

Mexico. Gisin—a physicist and entrepreneur—is leading the charge to bring the technology to market.

The technology relies on quantum physics, which applies at atomic dimensions: any attempt to observe a quantum system inevitably alters it. After a decade of lab experiments, quantum cryptography is approaching feasibility. "We can now think about using it for practical purposes," says Richard Hughes, a quantum cryptography pioneer at the Los Alamos National Laboratory in New

The company that Gisin spun off from his University of Geneva laboratory in 2001, id Quantique, makes the first commercially available quantum-cryptography system, he says. The PC-size prototype system includes a random-number generator (essential for creating a decryption key) and devices that emit and detect the individual photons of light that make up the quantum signal.

Conventional cryptographers concentrate on developing strong digital locks to keep information from falling into the wrong hands. But even the strongest lock is useless if someone steals the key. With quantum cryptography, "you can be certain that the key is secure," says Nabil Amer, manager of the physics of information group at IBM Research. Key transmission takes the form of photons whose direction of polarization varies randomly. The sender and the intended recipient compare polarizations, photon by photon. Any attempt to tap this signal alters the polarizations in a way that the sender and intended recipient can detect. They then transmit new keys until one gets through without disturbance.

Quantum cryptography is still ahead of its time. Nonquantum encryption schemes such as the public-key systems now commonly used in business have yet to be cracked. But the security of public-key systems relies on the inability of today's computers to work fast enough to break the code. Ultimately, as computers get faster, this defense will wear thin. Public-key encryption, Gisin says, "may be good enough today, but someone, someday, will find a way to crack it. Only through quantum cryptography is there a guarantee that the coded messages sent today will remain secret forever."

Gisin has no illusions about the challenges he faces. For one thing, quantum cryptography works only over the distance a light pulse can travel through the air or an optical fiber without a boost; the process of amplification destroys the quantum-encoded information.

Gisin's team holds the world's distance record, having transmitted a quantum key over a 67-kilometer length of fiber connecting Geneva and Lausanne, Switzerland.

The work of Gisin and others could usher in a new epoch of quantum information technology. Ironically, it is in part the prospect that superfast quantum computers will someday supply fantastic code-breaking power that drives Gisin and others to perfect their method of sheltering secret information. In the coming decades, Gisin contends, "e-commerce and e-government will be possible only if quantum communication widely exists." Much of the technological future, in other words, depends on the science of secrecy. —Herb Brody

Others in QUANTUM CRYPTOGRAPHY	
RESEARCHER	PROJECT
Nabil Amer IBM	Quantum key exchange through optical fiber
Richard Hughes Los Alamos National Laboratory	Ground-to-satellite optical communications
John Preskill Caltech	Quantum information theory
John Rarity QinetiQ	Through-air quantum-key transmission
Alexei Trifonov and Hoi-Kwong Lo MagiQ Technologies	Quantum-cryptography hardware