

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
SISTEMAS DE PROCESSOS QUÍMICOS E INFORMÁTICA**

**MODELO PARA SISTEMATIZAÇÃO DA INOVAÇÃO E DA
GERÊNCIA DE PROJETOS NOS PROCESSOS DAS
INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS – ICT**

Autor: João Roberto Loureiro de Mattos

Orientador: Profa. Dra. Elizabete Jordão

Co-Orientador: Dr. Vanderley de Vasconcelos

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de
Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do Título de Doutor em
Engenharia Química

Campinas
Abril de 2005

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

M436m Mattos, João Roberto Loureiro
Modelo para sistematização da inovação e da gerência
de projetos nos processos das Instituições Científicas e
Tecnológicas – ICT / João Roberto Loureiro de Mattos.--
Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Elizabete Jordão.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Engenharia Química.

1. Desenvolvimento organizacional. 2. Gerência. 3.
Instituições e sociedades científicas. 4. Administração de
projetos. 5. Arvore de decisão. 6. Modelos. I. Jordão,
Elizabete. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Química. III. Título.

— Titulo em Inglês: Model for systematization of innovation and project management in
the processes of Scientific and Technological Institutions - ICT

Palavras-chave em Inglês: Organizational development, Scientific societies institutions
e Project management, Decision trees, Models.

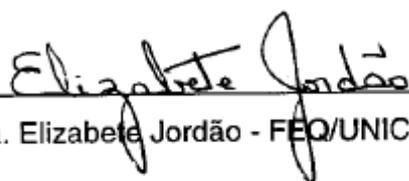
Área de concentração: Sistemas de Processos Químicos e Informática -ACSPQI

Titulação: Doutorado

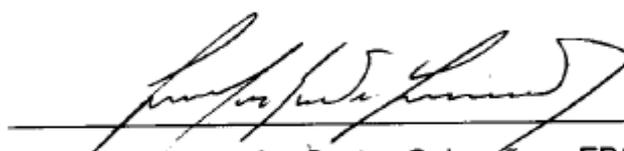
Banca examinadora: Leonam dos Santos Guimarães, Luiz Henrique Antunes, Paulo
Morelato França e Roger Josef Zemp.

Data da defesa: 20/04/2005

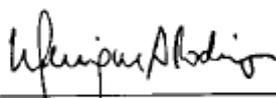
Tese de Doutorado defendida, em 20 de abril de 2005, por João Roberto Loureiro de Mattos e aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes doutores:



Profa. Dra. Elizabeth Jordão - FEQ/UNICAMP - Orientadora



Prof. Dr. Leonam dos Santos Guimarães - EP/USP



Prof. Dr. Luiz Henrique Antunes - FEAGRI/UNICAMP



Prof. Dr. Paulo Morelato França - FEE/UNICAMP



Prof. Dr. Roger Josef Zemp - FEQ/UNICAMP

Este exemplar corresponde à versão final de Tese de Doutorado, em Engenharia Química, defendida por João Roberto Loureiro de Mattos, em 20 de Abril de 2005.



Profa. Dra. Elizabeth Jordão - FEQ/UNICAMP- Orientadora

**Para Marta, Gustavo, Camila
e Júlia.**

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Elizabete Jordão pela oportunidade, orientação e incentivo para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Vanderley de Vasconcelos pela orientação e pelas proveitosas discussões que contribuíram para o aprimoramento do resultado final do trabalho.

Aos professores da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste trabalho.

Ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), por facultar o desenvolvimento deste estudo no programa de trabalho da instituição.

Aos colegas Márcio Soares Dias e Murillo Senne Jr. pelo incentivo, apoio e sugestões.

À colega Maria da Glória Gonçalves Ribeiro pelo apoio nas providências administrativas.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho consiste no desenvolvimento de um modelo, dirigido para Instituições Científicas e Tecnológicas – ICT, que combina a gerência de projetos com técnicas de gestão da inovação. Este estudo inclui uma avaliação de aplicabilidade do modelo proposto por meio de um estudo de caso em um projeto de gerência de rejeitos na área de Engenharia Química, especificamente, na gerência de combustíveis queimados de reatores nucleares de pesquisa.

O modelo desenvolvido para gerência de projetos é baseado em práticas e ferramentas internacionalmente consagradas, adaptadas à cultura das ICT. Na abordagem proposta neste estudo, a inovação nas ICT está sendo considerada como diretamente associada à geração das alternativas de projeto e as suas correspondentes tecnologias. As etapas de geração de alternativas de projetos, seguida da avaliação e seleção da solução preferida, se revestem de alta relevância, pois é aqui que se considera que existe o maior potencial para a sistematização da inovação nas ICT. É na geração e seleção de alternativas de projetos e tecnologias onde se define se dada solução será um produto adequado, inovador ou inservível.

O modelo proposto é operacionalizado por meio de árvores de decisão que orientam o usuário na escolha de procedimentos e documentos padronizados, adaptados aos perfis de projetos usualmente desenvolvidos nas ICT. O modelo proposto tem a intenção de facilitar o trabalho dos usuários na estruturação dos seus projetos por meio de procedimentos padronizados e repetíveis, com potencial para conduzir a uma maior eficiência. Adicionalmente, o modelo pode vir a estabelecer um processo estruturado de sistematização da inovação, para as ICT que utilizam a gerência de projetos como abordagem de planejamento e gestão.

ABSTRACT

The objective of the present work consists in the development of a model that combines project management with innovation management techniques for Scientific and Technological Institutions – ICT. A case study was performed in order to evaluate the applicability of this model in a project of waste management in the Chemical Engineering area, specifically on management of spent fuel from nuclear research reactors.

The project management model developed in this study is based on practices and tools internationally recognized, tailored for the ICT culture. In the scope of this study, the innovation in the ICT is being considered as directly associated to the generation of project alternatives and their correspondent technologies. The stages of alternatives generation followed by the evaluation and selection of the preferred solution has high relevance, because it is here that it is considered that exists the greater potential for the systematization of the innovation in the ICT. Is in the generation and selection of project alternatives and their correspondent technologies where is defined if a given solution will be a standard, innovative or useless product.

Decision trees support the execution of the proposed model and provide guidance to the user in the choice of procedures and templates, which are specially adapted to the profiles of the projects usually developed in the ICT. The proposed model is designed to facilitate the work of the users by means of a standard and repeatable procedures, with potential to lead to a better efficiency. Additionally, the model can come to establish a structuralized process of systematization of the innovation for the ICT that use the project management as approach for planning and managing.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Relevância do Tema, Definição do Problema e Justificativa do Trabalho	1
1.2. Objetivos do Trabalho.....	6
1.3. Premissas e Limites do Trabalho	7
1.4. Estrutura do Trabalho.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Introdução	11
2.2. Surgimento do Moderno Gerenciamento de Projetos	12
2.3. Padronização e Normatização do Gerenciamento de Projetos.....	16
2.4. Método do Marco Lógico.....	21
2.5. Comparação entre as Abordagens Norte-Americana e Européia.....	24
2.6. Perspectivas e Tendências da Gerência de Projetos.....	27
2.7. Conceitos Associados à Gerência de Projetos	36
2.8. Processos da Gerência de Projetos.....	41
2.9. Áreas de Conhecimento da Gerência de Projetos	42
2.10. Fatores Críticos de Sucesso na Gerência de Projetos.....	49
2.11. Softwares Relacionados	54
2.12. Revisão Bibliográfica das Técnicas de Gestão da Inovação e sua Aplicação na Geração de Projetos.....	56
2.13. Técnicas de Coleta de Informações para Produtos Existentes e de Prospecção para o Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos.....	58
2.14. Análise Funcional.....	75
2.15. Técnicas de Estímulo à Criatividade para Geração de Alternativas	80
2.16. Avaliação e Seleção de Alternativas de Projetos	102
2.17. Solução Recomendada	125
2.18. Exemplos de Modelagem, Ponderação e Seleção de Alternativas.....	128
3. MODELO PROPOSTO PARA SISTEMATIZAÇÃO DA INOVAÇÃO E DA GERÊNCIA DE PROJETOS NOS PROCESSOS DAS ICT.....	147
3.1. Introdução	147
3.2. Metodologia para Sistematização da Inovação ICT.....	149
3.3. Metodologia Adotada para Sistematização da Gerência de Projetos.....	153
3.4. Passo 1 – Critérios para Classificação do Tamanho do Projeto.....	154
3.5. Passo 2 – Fase 1: Produtos que Consolidam a Fase Iniciação do Projeto.....	156

3.6.	Passo 2 – Fase 2: Produtos que Consolidam a Fase de Planejamento do Projeto	158
3.7.	Passo 2 – Fase 3: Produtos que Consolidam a Fase de Execução/Controle do Projeto	162
3.8.	Passo 2 – Fase 4: Produtos que Consolidam a Fase de Encerramento do Projeto	164
3.9.	Passo 3 – Incorporar os Produtos em Biblioteca de Documentos Padronizados	165
4.	OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO: INTERFACE COM O USUÁRIO	166
4.1.	Introdução	166
4.2.	Ciclo de Vida do Modelo Proposto	166
4.3.	Módulo 1 – Geração / Inovação	172
4.4.	Módulo 2 – Iniciação / Planejamento	176
4.5.	Módulo 3 – Execução/Controle	179
4.6.	Módulo 4 – Encerramento	184
4.7.	Biblioteca de Documentos Padronizados	186
5.	ESTUDO DE CASO	216
5.1.	Introdução	216
5.2.	Descrição do Estudo de Caso	216
5.3.	Aplicação do Modelo Passo-a-Passo	217
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	242
6.1.	Conclusões do Estudo	242
6.2.	Recomendações para Trabalhos Futuros	247
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	248

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Diagrama de Gantt (ou Diagrama de Barras)	13
Figura 2.2– Diagrama de Rede	14
Figura 2.3 – Distribuição Beta Usada para o PERT	15
Figura 2.4 – Estrutura da Gerência de Projetos (PMBOK [®] , 2000)	17
Figura 2.5 – Estrutura da Gerência de Projetos (APM BOK, 3a Edição, 1996)	18
Figura 2.6 – Estrutura da Gerência de Projetos (APM BOK, 4a Edição, 2000)	19
Figura 2.7 – Estrutura da Gerência de Projetos – <i>The Sunflower</i> (IPMA BOK, 1999).....	20
Figura 2.8 – Método do Marco Lógico (European Commission, 2001)	23
Figura 2.9 – Quadro de Alocação de Responsabilidades (Adaptado de Van de Merwe, 1998)	26
Figura 2.10 – Gerenciamento por Portfólio – Avaliação de Projetos (Proteu VI)	29
Figura 2.11– Gerenciamento por Portfólio – Priorização de Projetos (Proteu VI)	31
Figura 2.12 – Buffer de Contingência Compartilhada (Adaptado de Foken, 2002)	34
Figura 2.13 – Dependência entre Tempo e Custo do Projeto	35
Figura 2.14 – Exemplo Genérico de Ciclo de Vida de um Projeto (PMBOK [®] 2000)	38
Figura 2.15 – Ligações entre os Grupos de Processo em cada Fase (PMBOK [®] 2000)	42
Figura 2.16 – Estrutura da Gerência de Projetos (Adaptado de Wideman, 2001b)	43
Figura 2.17 – Os Dez Fatores Críticos na Implementação de um Projeto (Adaptado de Pinto & Slevin, 1988).....	51
Figura 2.18 – Matriz de Efetividade Estratégico / Tático (Adaptado de Pinto & Slevin, 1988)	53
Figura 2.20 – Etapa 1 – Planejamento e Gestão (LEIA, 2000)	72
Figura 2.21 – Etapa 2 – Aquisição de Informações (LEIA, 2000).....	73
Figura 2.22 - Diagrama de Fluxo: Processo Geral (LEIA, 2000)	75
Figura 2.23 – Diagramação FAST – Relacionamento entre Funções (SIMS, 2002)	78
Figura 2.24 – Diagramação FAST para uma Lâmpada de Filamento (Maramaldo, 1983)..	80
Figura 2.25 – Processo de Inovação: Pensamento Divergente / Convergente	85
Figura 2.26 – Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000).....	87
Figura 2.27 – Previsão das Conseqüências Resultantes do Estabelecimento de Equipes Integradas de Desenvolvimento de Produto (Bakourus, 2000)	89

Figura 2.28 – Seleção do Melhor Método de Treinamento (Bakourus, 2000).....	90
Figura 2.29 – Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000).....	92
Figura 2.30 – Exemplos de Aplicação do Diagrama de Venn (Mycoted, 2003).....	94
Figura 2.31 – Classificação de Dados de <i>Brainstorming</i> em Clusters: Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000)	95
Figura 2.32 – Clusters Resultantes do Processo de Classificação: Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000)	96
Figura 2.33 – Dendograma Aplicado para o Desenvolvimento de Apontador (Bakourus, 2000)	97
Figura 2.34 – <i>Brainstorming</i> Reverso: Aumento da Satisfação do Trabalho do Operador (Bakourus, 2000)	98
Figura 2.35 – Fluxograma de Processo de Avaliação e Seleção de Alternativas (Modificado de US DOE, 2000b)	103
Figura 2.36 – Funções de Utilidade para Dois Critérios de Decisão (US DOE, 2000b)....	119
Figura 2.37 – Estrutura Hierárquica para Selecionar a Melhor Tecnologia de Combustíveis (Adaptado de Winebrake & Creswick, 2003).....	130
Figura 2.38 – Funções de Utilidade de Carga e Consumo na Cidade (US DOE, 2000b) ..	138
Figura 2.39 – Funções de Utilidade de Peso e Potência (US DOE, 2000b).....	138
Figura 2.40 – Função de Utilidade de Tamanho de Lote – Linha Reta (US DOE, 2000b)	141
Figura 2.41 – Função de Utilidade de Tamanho de Lote – Foco nos Tamanhos Médios (US DOE, 2000b).....	141
Figura 2.42 – Funções de Utilidade de Tamanho de Lote – Prosseguir / Encerrar (US DOE, 2000b)	142
Figura 2.43 – Funções de Utilidade– Foco nos Tamanhos Maiores de Lote	143
Figura 2.44 – Função de Utilidade com Foco em Rejeito Mínimo (US DOE, 2000b)	144
Figura 2.45 – Função de Utilidade com Foco em Rejeito Mínimo (US DOE, 2000b)	146
Figura 3.1 – Fases do Ciclo de Vida do Projeto Adotadas para o Modelo.....	149
Figura 3.2 – Metodologia para Sistematização da Inovação nas ICT	150
Figura 3.3 – Metodologia para Sistematização da Gerência de Projetos	154
Figura 4.1 – Ciclo de Vida do Modelo Proposto.....	167
Figura 4.2 – Mapa do Ciclo de Vida do Modelo Proposto.....	171
Figura 4.3 – Seqüência de Aplicação do Modelo Proposto.....	172
Figura 4.4 – Etapas do Modulo 1: Geração / Inovação	173

Figura 4.5 – Árvore de Decisão do Módulo 1: Geração / Inovação.....	176
Figura 4.6 – Módulo 2: Iniciação/ Planejamento	178
Figura 4.7 – Árvore de Decisão do Módulo 2: Iniciação / Planejamento	179
Figura 4.8 – Módulo 3: Execução/Controle	180
Figura 4.9 – Árvore de Decisão do Módulo 3: Execução.	181
Figura 4.10 – Diagrama de Contexto da Fase de Execução/Controle	183
Figura 4.11 – Atributos dos Relacionamentos – Fase de Execução/Controle.....	184
Figura 4.12 – Módulo 4: Encerramento	185
Figura 4.13 – Árvore de Decisão do Módulo 4: Encerramento.....	186
Figura 4.14 – WBS Genérico	196
Figura 4.15 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica Funcional para Área Petroquímica (Adaptado de Bruzzone, 1999)	197
Figura 4.16 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica Espacial para Área Petroquímica (Adaptado de Bruzzone, 1999)	198
Figura 4.17 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica de Processos de Trabalho (Adaptado de Bruzzone, 1999).....	198
Figura 4.18 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica da Decomposição Física (Adaptado de Bruzzone, 1999).....	199
Figura 4.19 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica de Objetivos (Adaptado de Bruzzone, 1999)	199
Figura 5.1 – Aplicação da Etapa 1 do Módulo1: Coleta e Prospecção de Informações.....	218
Figura 5.2 – Aplicação da Etapa 2 do Módulo 1: Análise Funcional.....	220
Figura 5.3 – <i>Brainstorming</i> das Funções – Diagramação FAST.....	221
Figura 5.4 – Classificação das Funções por Análise de <i>Clusters</i>	221
Figura 5.5 – Diagramação FAST para Projeto do Estudo de Caso	222
Figura 5.6 – Aplicação das Etapas 3, 4 e 5 do Módulo 1: Geração de Alternativas, Avaliação de Alternativas e Solução Recomendada.....	223
Figura 5.7 – Aplicação da Fase 1 do Módulo 2: Iniciação do Projeto	225
Figura 5.8 – Aplicação da Fase 2 do Módulo 2: Planejamento do Projeto	231
Figura 5.9 – WBS por Objetivos para o Projeto do Casco de Duplo Propósito.....	232
Figura 5.10 – Aplicação do Módulo 3: Execução/Controle	236

Lista de Quadros

Quadro 1.1 – Resumo do Trabalho.....	5
Quadro 2.1 – Matriz do Marco Lógico.....	22
Quadro 2.2 – O Método do Marco Lógico.....	24
Quadro 2.3 – Ciclo de Vida de 4 Fases	26
Quadro 2.4 – Diferenças entre Operações e Gerência de Projetos.....	37
Quadro 2.5 – Diferenças Culturais no Desenvolvimento de Projetos	40
Quadro 2.6 – Fatores Críticos de Sucesso Estratégicos e Táticos.....	52
Quadro 2.7 – Funções de uma lâmpada de filamento na forma tabular.....	79
Quadro 2.8 – Sumário das Metodologias de Ponderação de Critérios	111
Quadro 2.9 – Avaliação de Múltiplas Alternativas	114
Quadro 2.10 – Método para Seleção da Alternativa Preferida.....	115
Quadro 2.11 – Pontuações das Alternativas.....	120
Quadro 2.12 – Pontuações mais Subjetivas para as Alternativas.....	120
Quadro 2.13 – Sumário de Metodologias para Seleção de Alternativas	122
Quadro 2.14 – Critérios Analisados para as Alternativas Tecnológicas	130
Quadro 2.15 – Escala de Medidas do AHP	133
Quadro 2.16 – Ponderação de Critérios.....	136
Quadro 2.17 – Pontuações.....	136
Quadro 3.1 – Fase 0: Geração de Projetos.....	151
Quadro 3.2 – Técnicas Criativas para Uso nas ICT	151
Quadro 3.3– Sumário de Metodologias para Seleção de Alternativas para as ICT.....	152
Quadro 3.4 – Critérios para Classificação do Tamanho do Projeto	156
Quadro 3.5 – Fase 1: Iniciação do Projeto.....	157
Quadro 3.6 – Planejamento do Projeto: Definição do Escopo	159
Quadro 3.7 – Planejamento do Projeto: Definição do Cronograma.....	160
Quadro 3.8 – Plano de Execução do Projeto: Definição dos Custos e da Qualidade.....	161
Quadro 3.9 – Planejamento do Projeto: Plano de Gerenciamento dos Riscos	161
Quadro 3.10 – Organização do Projeto	162
Quadro 3.11 – Controle do Projeto.....	163
Quadro 3.12 – Encerramento do Projeto	165
Quadro 4.2 – Sumário da Biblioteca de Documentos Padronizados.....	187
Quadro 4.3 – Modelo para o Documento “Solicitação de Serviço”.....	188

Quadro 4.4 – Modelo para o Documento “Definição Resumida do Projeto”	189
Quadro 4.5 – Modelo para o Documento “Definição do Projeto”	192
Quadro 4.6 – Modelo para o Documento “ Lista de Tarefas”	200
Quadro 4.7 – Modelo para o Documento “Cronograma do Projeto”	202
Quadro 4.8 – Modelo do Documento “Orçamento do Projeto”	203
Quadro 4.9 – Modelo do Documento “Controle de Tarefas”	205
Quadro 4.10 – Modelo do Documento “Atualização do Cronograma do Projeto”	206
Quadro 4.11 – Modelo do Documento “Controle do Custo”	207
Quadro 4.12 – Modelo para o Documento “Controle de Ações”	208
Quadro 4.13 – Modelo do Documento “Relatório Sumário de Status”	208
Quadro 4.14 – Modelo do Documento “Relatório de Status” (Continua).....	209
Quadro 4.15 – Modelo para o Documento “Termo de Entrega e Recebimento”	211
Quadro 4.16 – Modelo para o Documento “Avaliação do Usuário”	212
Quadro 4.17 – Modelo para o Documento “Avaliação do Cliente”	213
Quadro 4.18 – Modelo para o Documento “Avaliação do Projeto”	214
Quadro 5.1 – Definição do Projeto para o Estudo de Caso	226
Quadro 5.2 – Lista de Tarefas para o Estudo de Caso.....	233
Quadro 5.3 – Cronograma do Projeto para o Estudo de Caso	234
Quadro 5.4 – Orçamento do Projeto para o Estudo de Caso	235
Quadro 5.5 – Controle de Tarefas para o Estudo de Caso.....	237
Quadro 5.6 – Atualização do Cronograma para o Estudo de Caso	239
Quadro 5.7 – Controle do Custo para o Estudo de Caso	241
Quadro 6.1 - Resultados da Aplicação do Modelo Proposto ao Estudo de Caso	243

Lista da Tabelas

Tabela 2.1 – Pontuações Brutas das Alternativas por Critério de Decisão	118
Tabela 2.2 – Processo de Seleção de Alternativas.....	137
Tabela 2.3 – Desempenho Relativo das Alternativas (Valores Brutos)	138
Tabela 2.4 – Pontuação de Utilidade das Alternativas	139
Tabela 2.5 – Classificação das Alternativas	140

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABRAIC	Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AHP	Processo Analítico Hierárquico (<i>Analytic Hierarchy Process</i>)
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
ANSI	American National Standards Institute
APM BOK	APM Body of Knowledge
APM	Association for Project Management
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CMM	Capability Maturity Model
CNEN/CDTN	Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
CORDIS	Community Research & Development Information Service
CPM	Critical Path Method
EAP	Estrutura Analítica de Projeto, versão livre proposta no PMIMG para a expressão Work Breakdown Structure
ECCQ	Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade
EUA	Estados Unidos da América do Norte
FAST	Function Analysis System Technique
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IA	Inteligência Artificial
ICT	Instituições Científicas e Tecnológicas
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPLD	International Property Digital Library
IPMA	International Project Management Association
MAUT	Teoria de Multi-Atributo de Utilidade
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PMBOK®	The Project Management Body of Knowledge
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PMI	Project Management Institute
PMIMG	Capítulo Minas Gerais do Project Management Institute

PPA	Programas Plurianuais
SEI	Software Engineering Institute
USPTO	United States Patent & Trademark Office
US DOD	United States Department of Defense
US DOE	United States Department of Energy
WBS	Work Breakdown Structure
WIPO	World International Property Organization

1. INTRODUÇÃO

1.1. Relevância do Tema, Definição do Problema e Justificativa do Trabalho

Programas e projetos têm sido adotados por empresas, organizações e governos como uma abordagem de gestão preferencial para implementarem as suas metas e objetivos. Essa opção decorre do fato da gerência de projetos ser um processo provado que assegura, por meio de planejamento, organização, monitoração e controle de todos os aspectos de um projeto, o atingimento dos seus objetivos pela utilização das fontes de recursos da maneira mais efetiva e eficiente.

As Instituições Científicas e Tecnológicas – ICT, definidas como “órgão ou entidade da administração pública federal direta ou indireta, que tenha por missão institucional, entre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico e tecnológico” (Lei 7282/2002) são direcionadas para essa abordagem, seja pela sistemática de elaboração das suas propostas orçamentárias nos Programas Plurianuais (PPA) do governo, seja pelas regras para pleitearem recursos junto aos órgãos de fomento. Entretanto, apesar das regras para a elaboração dos projetos no âmbito dos PPA e para pleito de recursos junto aos órgãos de fomento estarem estabelecidas, não existe uma metodologia de gerência de projetos que lhes seja associada. Na ausência dessa metodologia, poucos processos gerenciais são definidos o que faz com que os projetos sejam conduzidos de forma *ad hoc*, sendo que aqueles que são bem sucedidos, resultam basicamente do esforço individual dos seus gestores e não da aplicação de técnicas adequadas.

Resultados de estudos prospectivos (Souza Neto, 1986; Araoz, 1995; Rush et al., 1996), que ainda permanecem atuais, constataram a necessidade de melhoria da gestão de programas e projetos nas ICT. Dentre as constatações desses estudos destacam-se: a precariedade de instrumentos formais de gerenciamento de projetos; pouco uso de procedimentos formais para a seleção de projetos; fraco controle de custos, prazo, qualidade e relevância.

A inovação, que se constitui em elemento chave para a sobrevivência e inserção competitiva de países, empresas e organizações, é formalmente reconhecida quando uma

empresa lança um produto ou serviço inovador no mercado. Sob esta ótica e em termos gerais, os diversos atores do processo da inovação atuam em etapas específicas: as universidades participam na etapa da pesquisa básica, seguida pela etapa da pesquisa aplicada feita nas ICT, a qual antecede a etapa do desenvolvimento de protótipos que é realizada nas empresas de base tecnológica, até o seu desenvolvimento e lançamento comercial a cargo das empresas que atuam no mercado.

Sendo assim, sob o ponto de vista estritamente formal, não é correto descrever-se como “inovação” o processo parcial que ocorre nas ICT, já que este não compreende o ciclo de vida completo. Entretanto, deve-se também considerar que todos os setores da sociedade são igualmente impactados pela inovação, inclusive as organizações governamentais, que estão sendo pressionadas a buscar a inovação de forma sistematizada em decorrência das contínuas mudanças causadas pela evolução das tecnologias, em particular, da tecnologia da informação e dos seus desdobramentos nos processos de trabalho, de geração e de gestão do conhecimento. O termo inovação utilizado no texto que segue refere-se ao processo de inovação parcial e restrito ao âmbito de competência das ICT.

Neste cenário, as chamadas Técnicas de Gestão da Inovação – *Innovation Management Techniques IMTs* – que eram preocupação exclusiva das grandes corporações de classe mundial, entraram também, e de forma definitiva, na pauta das organizações governamentais. Adotar técnicas de gestão da inovação, antes de ser uma meta desejável, passou a ser uma condição indispensável, pois somente compatibilizando os processos da organização com os do ambiente onde ela opera é que lhe são garantidas a sua sobrevivência e inserção competitiva. Essa busca de compatibilidade nas práticas globalizadas obriga as organizações governamentais a empreenderem um grande esforço para tentarem reduzir a distância entre as práticas atuais e aquelas da burocracia tradicional.

Cada empresa e ramo de negócio possui características, valores e culturas próprios, que devem ser levados em consideração para a incorporação de novas técnicas gestão. Muitas técnicas que têm sucesso comprovado em certos setores falham ou são consideradas inadequadas para outros, por serem implementadas sem as devidas adaptações. Criar modelos para a aplicação de técnicas de gestão, visando promover adaptações para incorporar as peculiaridades e especificidades de cada setor de atividade,

tem sido uma abordagem consistente e que permite estabelecer uma regra uniforme de condução, melhor adaptada a situações particulares.

A criação de modelos de gerência de projetos se enquadra nessa abordagem, pois a literatura que estabelece as linhas básicas e os conceitos associados a essa área do conhecimento apresenta descrições de caráter geral. Essas descrições não possibilitam aplicação imediata e automática dos processos e técnicas a projetos de áreas específicas, pois é necessário considerar as peculiaridades do ramo de atividades em foco, de modo a ajustá-las para se tornarem práticas e eficazes.

Da mesma forma, as técnicas de gestão da inovação, que são largamente utilizadas nas grandes corporações e pouco difundidas nas ICT, podem também ser incorporadas às práticas de gestão dessas organizações, desde que sejam ajustadas para atendimento das suas necessidades e adaptadas as suas culturas.

Os responsáveis pela gestão de projetos nas ICT, na sua grande maioria, não são especializados e nem possuem treinamento formal na gerência de projetos. São profissionais egressos das áreas técnicas cuja liderança e conhecimentos os tornam candidatos naturais para a condução de projetos nessas organizações. Sua dedicação para a gerência de projetos é parcial e limitada, pois a sua maioria continua exercendo atividades técnicas, científicas e de ensino, o que não torna possível sua especialização como gerentes de projeto profissionais, conforme os moldes preconizados pelas associações de profissionais de gerência de projetos, tal como o *Project Management Institute* – PMI – veja Seção 2.4 (PMIMG, 2003).

Outro aspecto a considerar, é a grande diversidade de projetos e temas dentro de uma mesma ICT, que podem abranger obras civis, projetos e processos mecânicos, desenvolvimento de materiais, robótica, processos químicos, desenvolvimento de *software*, nanotecnologia, etc. Este largo espectro não permite a adoção de modelos muito específicos ou de grande complexidade, que resultam por desencorajar os usuários pela sua falta de praticidade e pela grande quantidade de tempo a ser investido para aprendizado e ajustes para sua utilização, o que pode impactar igualmente no orçamento da organização, devido aos custos de aquisição, implementação e treinamento. Geralmente, esses sistemas acabam não sendo utilizados pela resistência dos usuários que consideram que o custo da sua adoção é incompatível com o benefício a ser auferido.

Devido à relação provada entre a inovação e o desenvolvimento econômico das nações (OECD, 2000), está havendo uma mudança no modelo de C&T de todos os países, a qual é também observada no Brasil. Os editais das agências de fomento são os veículos de implementação deste novo modelo, os quais estabelecem a modalidade dos projetos cooperativos entre as organizações de C&T e as empresas privadas como os instrumentos para alavancar a inovação. Este novo modelo vai substituindo progressivamente o modelo anterior, cujo enfoque era mais acadêmico e visava a busca do conhecimento pelo conhecimento.

A falta de uma formulação de como estruturar a inovação de forma sistêmica nas ICT, prejudica uma melhor inserção dessas organizações nesta nova realidade. Dentro do escopo do presente estudo, a inovação nas ICT está sendo considerada como diretamente associada à geração das alternativas de projeto e às correspondentes tecnologias, que visam atender uma necessidade ou explorar uma oportunidade, seja originada por editais das agências de fomento, seja por encomenda da iniciativa privada, ou por iniciativa de cunho estratégico para a própria instituição.. As etapas de geração de alternativas de projetos, seguida da avaliação e seleção daquela preferida, na maioria das vezes negligenciadas, se revestem de alta relevância, pois é aqui que se considera que existe o maior potencial para a sistematização da inovação nas ICT. É na geração e seleção de alternativas de projetos e tecnologias onde se define se dada solução será um produto simplesmente adequado, inovador ou inservível. A falta, ou a pouca utilização de procedimentos formais de seleção de programas, projetos, tecnologias nas ICT, já identificada nos estudos prospectivos de Souza Neto (1986), não favorece a obtenção de um processo disciplinado de inovação nessas organizações.

A originalidade deste trabalho de tese consiste na criação um modelo que combina a gerência de projetos com técnicas de gestão da inovação, visando a sua sistematização nas ICT.

O modelo de gerência de projetos, proposto neste estudo, é baseado em práticas e ferramentas internacionalmente consagradas, adaptadas à cultura das ICT. Este modelo é operacionalizado por meio de árvores de decisão que orientam o usuário na escolha de procedimentos e documentos padronizados, que são adaptados aos perfis de projetos usualmente desenvolvidos nas ICT. Estes documentos padronizados podem ser convertidos em arquivos de aplicativos computacionais usualmente disponíveis nas ICT.

Técnicas de gestão da inovação são selecionadas e adaptadas de modo a fornecer ferramentas para aplicação na fase inicial da geração dos projetos, na qual devem ser geradas as alternativas de projetos e correspondentes tecnologias e procedida a escolha de qual delas é a mais promissora ou a preferida. O modelo proposto tem a intenção de facilitar o trabalho dos usuários na estruturação dos seus projetos por meio de procedimentos padronizados e repetíveis, com potencial para conduzir a uma maior eficiência. Adicionalmente, o modelo pode vir a estabelecer um processo estruturado de sistematização da inovação, para as ICT que utilizam a gerência de projetos como abordagem de planejamento e gestão.

Os objetivos e a abordagem adotada no presente trabalho estão resumidos no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Resumo do Trabalho

(Continua)

Situação a ser mudada	Objetivo a ser atingido	Abordagem adotada
Inexistência de metodologia para abordar o processo de inovação nas ICT.	Prover metodologia para sistematização da inovação, adequada à cultura das ICT.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar processo de inovação à gerência de projetos; • Estabelecer as etapas de implementação do processo de inovação para as ICT; • Selecionar e adaptar técnicas de inovação para cada etapa de implementação; • Prover árvore de decisão que oriente o usuário na escolha dos procedimentos a serem aplicados em cada etapa de implementação.

Quadro 1.1 – Resumo do Trabalho (Conclusão)		
Situação a ser mudada	Objetivo a ser atingido	Abordagem adotada
Processos de gerenciamento de projetos não definidos nas ICT	Prover metodologia de gerenciamento de projetos adequada à cultura das ICT	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer processo de gerenciamento flexível e modular, tendo como base o tamanho e a complexidade dos projetos; • Para cada tamanho de projeto, criar um conjunto de documentos padronizados que facilitem e uniformizem a estruturação e o gerenciamento dos projetos; • Prover árvores decisão que orientem o usuário na escolha dos documentos padronizados adequados.

1.2. Objetivos do Trabalho

Objetivo geral:

O propósito deste trabalho é apresentar um modelo de gerenciamento de projetos adaptado à cultura das ICT, desenvolvido a partir de práticas internacionalmente reconhecidas e comprovadas do chamado universo de conhecimento de gerenciamento de projetos. Adicionalmente, o modelo tem a intenção de disseminar técnicas de gestão da inovação, inseridas numa abordagem sistemática de geração de alternativas de projetos e na seleção daquela que apresente um melhor custo desempenho, de modo a contribuir para o processo de inovação nas ICT.

Objetivos específicos:

- Desenvolver um modelo que contemple a diversidade de projetos conduzidos nas ICT, de modo a possibilitar diferentes graus de formalização dos projetos tendo em vista valor, complexidade e propósito;

- Estabelecer biblioteca padrões que possam ser transformados em arquivos padronizados, para servirem de modelo para diferentes fases e categorias de projeto;
- Prover critérios de escolha do conjunto de arquivos padronizados a ser utilizado, considerando o grau de complexidade e o propósito do projeto;
- Selecionar técnicas de inovação para aplicação na fase de geração de alternativas de projeto;
- Prover critérios de escolha da técnica de inovação a ser utilizada, de acordo com a avaliação a ser realizada;
- Estabelecer uma seqüência de fases de projeto que permita uma aplicação geral, apresentando para cada uma das fases, a participação das chamadas áreas de conhecimento da gerência de projetos e as correspondentes ferramentas e técnicas a serem aplicadas;
- Prover procedimento operacional amigável ao usuário, de modo que a avaliação, seleção, estruturação, monitoramento e controle dos projetos sejam facilitados, podendo ser repetidos independentemente dos usuários envolvidos;
- Testar o modelo desenvolvido por meio de estudo de caso.

1.3. Premissas e Limites do Trabalho

Premissas de Desenvolvimento do Modelo

As premissas básicas para o desenvolvimento deste modelo são:

- A estrutura do modelo não segue o mesmo roteiro proposto pelo *Project Management Institute* no documento intitulado *The Project Management Body of Knowledge*, ou simplesmente PMBOK[®] (veja seção 2.3), apesar de não haver pontos de contradição. O PMBOK[®] apresenta os fundamentos de como estruturar um empreendimento na forma de um projeto, enquanto o modelo aqui desenvolvido, visa a aplicação prática e direta desses conhecimentos de gerência de projetos em um setor específico;
- Nível de Maturidade (veja seção 2.5): este modelo corresponde a um primeiro estágio para passagem do nível de gerenciamento de projeto classificado como

ad hoc, não formal - nível 1, para um nível de gerenciamento referido como consistente, formal - nível 2;

- O modelo proposto deve ser flexível e modular tendo em vista o tamanho dos projetos. Um projeto pequeno deve ter um pequeno grau de formalização;
- O modelo proposto deve fundamentar-se num ciclo de vida genérico, aplicável à grande maioria dos projetos. Sendo assim, para o desenvolvimento do modelo foi selecionado um ciclo de vida de gerenciamento composto por cinco fases – Geração, Iniciação, Planejamento, Execução/Controle e Encerramento (veja Capítulo 3).
- Para cada uma das fases do modelo devem ser definidos:
 - As principais atividades e a sua seqüência de execução;
 - As ferramentas e técnicas a serem utilizadas;
 - Os produtos a serem prontificados;
 - A estrutura e o conteúdo dos documentos gerenciais a serem gerados e seus correspondentes modelos.
- O modelo proposto deve ser compatível com os instrumentos de solicitação de financiamento junto aos órgãos de fomento;
- O modelo proposto deve ser compatível com as práticas gerais de gestão, tais como os critérios de excelência do Prêmio Nacional da Qualidade.

Limitações do Modelo

A proposta deste trabalho é desenvolver um modelo, não entendido como um padrão já comprovado, mas sim, como um protótipo que venha ser aperfeiçoado pelo uso e consolidado em uma metodologia.

O modelo proposto utiliza-se de algumas técnicas que são também comuns ao planejamento estratégico, no entanto, ele é concebido para aplicação no nível tático, ou seja, o modelo parte da premissa que existe um planejamento de alto nível, que identificou as necessidades a atender ou oportunidades a serem exploradas pela ICT. O modelo opera na geração, avaliação e seleção de alternativas que venham melhor atender às necessidades e oportunidades identificadas, posteriormente implementando a solução recomendada por meio da abordagem da gerência de projetos.

O modelo é concebido de forma a permitir uma autocapacitação progressiva do usuário, portanto, o seu público alvo é composto por indivíduos ou grupos que já tenham tido envolvimento prático com projetos. Entretanto, considera-se recomendável que a instituição ofereça um treinamento básico no chamado universo de conhecimento do gerenciamento de projetos, o que permitirá uma melhor compreensão dos elementos contidos no modelo.

Outro aspecto que não é abordado no modelo, mas que deve ser considerado pela instituição, é o registro sistemático e disponibilização de informações das áreas específicas do negócio da empresa que têm influência direta na execução dos seus projetos, tais como, legislação específica quanto ao licenciamento ambiental, padrões e normas da qualidade, riscos, seleção de fornecedores e tipos de contratos normalmente utilizados.

Para cada organização, cultura e tipo de projeto podem ser necessários ajustes no modelo para uma aplicação eficaz. Uma abordagem apropriada para implementar os eventuais ajustes seria a aplicação deste modelo a um projeto piloto, visando incorporar as especificidades da equipe envolvida, da estrutura administrativa e da cultura da organização, cuja análise aprofundada não faz parte do escopo deste trabalho.

1.4. Estrutura do Trabalho

Para atender ao objetivo do presente trabalho, apresenta-se no Capítulo 2 uma revisão da literatura relativa ao universo de conhecimento do moderno gerenciamento de projetos, desde o seu surgimento até os dias atuais. São apresentados aspectos da normalização, principais linhas de pensamento e as tendências futuras dessa área do conhecimento. Também neste capítulo, são apresentadas técnicas de gestão da inovação para aplicação na fase de geração de projetos, na qual se considera que existe o maior potencial para a sistematização da inovação nas ICT. As técnicas propostas são selecionadas a partir de iniciativas conduzidas em projetos da Comunidade Européia, que adaptaram as técnicas de gestão das grandes corporações, para aplicação em pequenas e médias empresas de regiões da Europa, cujas características de desenvolvimento são comparáveis à realidade brasileira.

No Capítulo 3, estão apresentados os fundamentos do modelo proposto, com suas etapas e respectivas ferramentas, técnicas e procedimentos. O modelo proposto consiste de uma metodologia simplificada que combina técnicas de gestão da inovação com técnicas de

gerenciamento de projetos, de modo a prover um processo estruturado e repetível, passível de aplicação aos projetos desenvolvidos nas ICT.

No Capítulo 4, encontra-se descrita a operacionalização do modelo do ponto de vista do usuário. Esta operacionalização é feita por meio de módulos. Cada módulo possui uma árvore de decisão que permite ao usuário selecionar os procedimentos ou documentos padronizados para a execução das atividades requeridas. Os procedimentos e documentos padronizados selecionados correspondem aos elementos necessários para dar consistência à condução do projeto. Esta seleção permite adaptar a metodologia ao tamanho e aos requisitos específicos de cada projeto, ou seja, não é necessário utilizar todos os modelos padronizados em todos projetos.

No Capítulo 5, apresenta-se o emprego do modelo proposto num projeto desenvolvido no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CNEN/CDTN, no âmbito da cooperação técnica com a Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA.

No Capítulo 6, apresenta-se as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Introdução

O gerenciamento de projetos pode ser encontrado atualmente na área industrial, no desenvolvimento de sistemas de informação, saúde, serviços financeiros e educação. Pode ser aplicado a qualquer projeto não importando o tamanho, orçamento ou cronograma. Muitas organizações no mundo como a NASA, IBM, AT&T, Siemens, Singapore Computer Society, Chiyoda Coporation e PriceWaterHouse utilizam o gerenciamento de projetos para obter processos inovadores, planejar, organizar e controlar iniciativas estratégicas, monitorar desempenho de empreendimentos, analisar desvios significativos e prever o seu impacto na organização e nos projetos (PMI, 2000:b).

Nas últimas duas décadas o gerenciamento de projetos emergiu como uma ferramenta de implementação de processos de negócios com ampla aplicação no mundo corporativo. Ele é visto como a abordagem gerencial adequada para lidar com um ambiente de negócios em constante alteração, rápida mudança tecnológica, somado a uma feroz competição em escala global (Shenhar et al., 1996).

Não obstante o amplo espectro de utilização do gerenciamento de projetos, existe um núcleo de processos e áreas de conhecimento que são comuns a todos projetos e cujo entendimento é indispensável.

Para o caso de aplicações específicas, além do entendimento do núcleo de conhecimentos comuns, é necessária a sua adaptação de modo a enfatizar os processos, técnicas e ferramentas que tenham maior relevância para o setor de atividade em consideração, de modo a garantir uma aplicação eficaz.

A sistematização da inovação tem sido buscada como uma estratégia de sobrevivência de organizações e como uma política de desenvolvimento sustentado de países. Neste cenário, as chamadas Técnicas de Gestão da Inovação – *Innovation Management Techniques IMTs* – que eram preocupação exclusiva das grandes corporações de classe mundial, entraram também, e de forma definitiva, na pauta das organizações governamentais. Adotar técnicas de gestão da inovação, antes de ser uma meta desejável, passou a ser uma condição indispensável, pois somente compatibilizando os processos da

organização com os do ambiente onde ela opera é que lhe são garantidas a sua sobrevivência e inserção competitiva. Essa busca de compatibilidade nas práticas globalizadas obriga as organizações governamentais a empreenderem um grande esforço para tentarem reduzir a distância entre as práticas atuais e aquelas da burocracia tradicional.

O objetivo deste capítulo é descrever o surgimento e a estruturação do que é entendido como universo de conhecimentos do moderno gerenciamento de projetos, apresentar uma breve comparação entre visões norte-americana e européia, relativas a esta disciplina, e apresentar uma visão das Técnicas de Gestão da Inovação passíveis de aplicação no contexto do presente trabalho.

2.2. Surgimento do Moderno Gerenciamento de Projetos

Historicamente, o moderno gerenciamento de projetos respondeu à necessidade de levar a cabo empreendimentos de crescente complexidade na área da construção e obras civis. Nos anos 50, o gerenciamento de projetos atingiu grande proeminência quando conceitos de planejamento e controle foram aplicados a projetos altamente complexos, como o do desenvolvimento dos mísseis Polaris da Marinha dos Estados Unidos da América (EUA) e, subseqüentemente, a projetos da agência espacial norte-americana, NASA (Shenhar et al., 1996).

No seu surgimento, o gerenciamento de projetos estava centrado no uso de mecanismos organizacionais para obter integração e em ferramentas e técnicas para planejar, estabelecer cronogramas, comunicar o plano do projeto e acompanhar o seu progresso (Morris, 2001). Segundo Wideman (2001b), a mais importante contribuição neste sentido foi o desenvolvimento da abordagem de “análise de rede” que ao longo dos anos, inclusive no presente, tem sido vista como a essência da gerência de projetos em termos de planejamento, estabelecimento do cronograma e controle do seu desempenho. As principais ferramentas desenvolvidas no surgimento do moderno gerenciamento de projetos e que continuam em uso atualmente, são:

Diagrama de Gantt

O Diagrama de Gantt foi projetado para controlar o elemento tempo de um programa. Henry Gantt empregou este diagrama pela primeira vez em 1914, quando a Primeira Guerra Mundial foi declarada. Este diagrama descrevia o tempo de produção verdadeiro *versus* estimado nas oficinas de produção de munição de artilharia no Arsenal

Frankford (Taylor apud Focken, 2002). As atividades a serem realizadas eram posicionadas no eixo vertical e a sua correspondente duração no eixo horizontal (Shtub et al. apud Focken, 2002). A Figura 2.1 exemplifica o uso desta ferramenta.

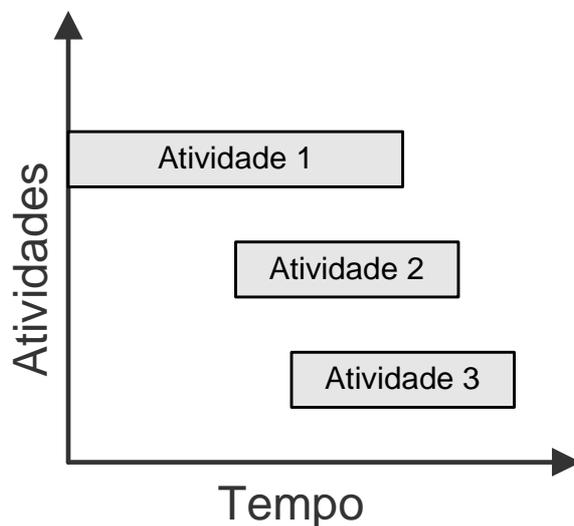


Figura 2.1 - Diagrama de Gantt (ou Diagrama de Barras)

CPM

Em 1956, a empresa norte-americana E. I. du Pont de Nemours & Company iniciou um projeto para desenvolver um sistema computadorizado para melhorar o planejamento, a elaboração de cronogramas e dos relatórios dos programas de engenharia dessa companhia. O resultado deste projeto foi uma abordagem de diagrama de rede conhecida como *Critical Path Method*, ou CPM (Taylor apud Focken, 2002).

O CPM, que é apresentado na literatura em português como Método do Caminho Crítico, é baseado num diagrama de rede que permite criar o cronograma do projeto. A rede do projeto é elaborada de modo a mostrar todas as atividades que o compõem, a sua seqüência e dependências. A duração de cada atividade é obtida pela alocação dos recursos materiais e humanos necessários a sua execução. Uma vez definida a duração de todas as atividades, irá resultar imediatamente o caminho crítico do projeto. O caminho crítico é a seqüência de atividades que define a duração mais longa de todos os possíveis caminhos da rede. Estas atividades, chamadas de atividades críticas, definem a duração total do projeto, a sua data final ou o seu atraso. Nesta abordagem, o gerente do projeto pode concentrar-se nas atividades críticas a fim de assegurar o cumprimento da data de encerramento do

projeto. Na Figura 2.2 apresenta-se um exemplo de diagrama de rede cujo caminho crítico é B-E-H-J.

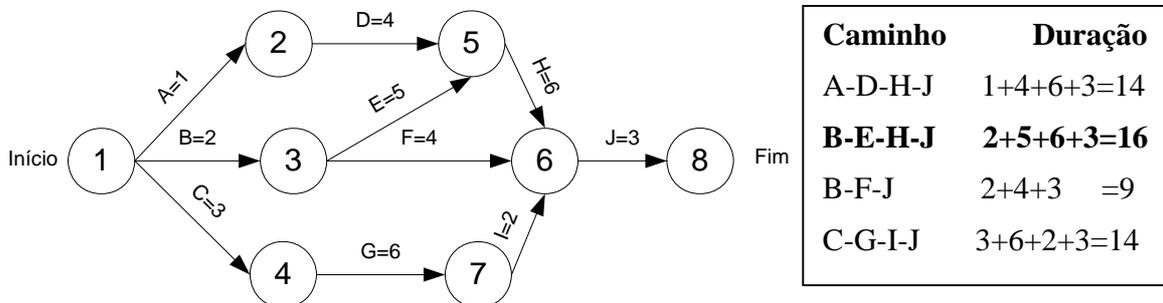


Figura 2.2– Diagrama de Rede

PERT

Também em 1956, a Marinha dos EUA iniciou o projeto “Polaris” para criar um míssil balístico capaz de ser lançado a partir de submarinos (Hall, 2001). Para realização deste enorme projeto envolvendo 250 contratados principais e mais de 9000 subcontratados, foi logo percebido que, não desprezando a dificuldade tecnológica, os ingredientes críticos para a sua execução seriam o controle e a coordenação dos recursos disponíveis. Um grupo de pesquisa composto pelos contratados Lockheed e pelos consultores de gerência Booz, Allen e Halmiton desenvolveram uma ferramenta de planejamento, comunicação, controle e emissão de relatórios chamada de *Program Evaluation and Review Technique* - PERT. A Marinha dos EUA creditou ao PERT o fato de ter concluído o projeto “Polaris” com dois anos de antecipação em relação ao cronograma original (Taylor; Stires & Murphy apud Focken, 2002).

O PERT usa essencialmente como ferramenta uma rede estatística para criar o cronograma do projeto. A rede é criada da mesma forma que a rede do Método do Caminho Crítico, no entanto, o PERT assume uma distribuição beta para a duração de uma atividade, conforme mostrado na Figura 2.3. Para cada atividade, três estimativas de tempo diferentes são registradas, as quais produzem a base para a distribuição beta:

1. Estimativa Otimista (EO): A estimativa otimista é o tempo mínimo para completar a atividade se todas as circunstâncias forem perfeitas. A atividade deve ter 1% de probabilidade de ser completada neste período;

2. Mais Provável (MP): O tempo mais provável de duração é aquele que ocorreria com maior frequência se a atividade fosse executada 100 vezes. Não é a duração que é atingida com 50% de probabilidade, mas sim o pico de distribuição da probabilidade;
3. Estimativa Pessimista (EP): A estimativa pessimista é o tempo necessário para completar a atividade se as circunstâncias jogarem contra o projeto. Isto inclui uma porção razoável de má sorte, mas não condições catastróficas. A atividade deve ter cerca de 99% de probabilidade de ser completada neste tempo.

De acordo com a fórmula abaixo a duração esperada da atividade é calculada.

$$\frac{EO + 4 \cdot MP + EP}{6}$$

A atividade tem uma chance de 50% de ter uma duração maior e a mesma chance de ser completada mais rapidamente. Feita para o projeto como um todo, a duração esperada para o projeto pode ser calculada (Stires & Murphy apud Focken, 2002).

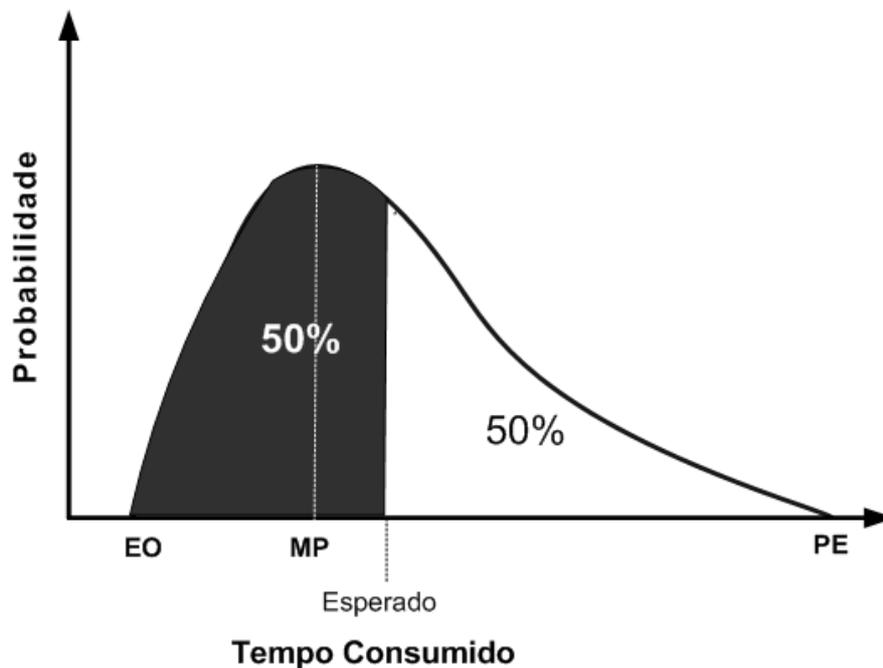


Figura 2.3 – Distribuição Beta Usada para o PERT

2.3. Padronização e Normatização do Gerenciamento de Projetos

A gerência de projetos, que nos anos 50 e 60 havia sido desenvolvida originalmente para uso nas áreas da construção, defesa e indústria aeroespacial (Shenhar et al., 1996), teve ao longo dos anos 80 uma expansão da sua aplicação para um amplo espectro de setores, particularmente na tecnologia de informação e mais recentemente aos serviços na área de negócios. Ao longo dos anos 90, o interesse na gerência de projetos tornou-se progressivamente mais forte, na medida em que as empresas passaram a se organizar no sistema de gerência por projetos e as corporações globais passaram a aplicar a gerência de projetos em projetos globalmente distribuídos (Dinsmore apud Crawford, 2000a; Crawford, 2000b). A gerência por projetos se tornou a maneira de implementar a estratégia e de gerenciar a organização como um todo. (Turner, 1999; Frame, 1994 apud Bredillet, 2001). Portanto, *gerência de projeto* é a forma como se gerencia um projeto dentro de uma mesma organização, enquanto a *gerência por projetos* é a uma forma de estruturar uma organização como um todo.

O movimento na direção da padronização e normatização da gerência de projeto iniciou no final dos anos 60 e início dos anos 70, quando as associações profissionais de gerentes de projeto organizaram fóruns de comunicação profissional, basicamente por meio de publicações, conferências e seminários. Isto continuou até a metade dos anos 80 quando primeiro o PMI, *Project Management Institute*, sediado nos EUA e mais tarde a APM, *Association for Project Management*, com base no Reino Unido, iniciaram programas de testes para verificação se os praticantes da atividade de gerência de projetos atendiam aos padrões profissionais adotados por estas associações (Morris, 2001).

O PMI como pioneiro nesta iniciativa, elaborou em 1976 um primeiro documento intitulado *The Project Management Body of Knowledge*, identificado pela sigla *BOK*, que no meio dos anos 80 se tornou a base para o seu programa de normas e certificação profissional (Morris, 2001). Este documento foi revisado duas vezes desde de então, em 1996 com a inclusão da gerência de integração do projeto como nona área de conhecimento e em 2000, com nova redação da área de gerência dos riscos do projeto (PMBOK[®], 2000).

No final dos anos 80 e ao longo dos anos 90, outras corporações profissionais desenvolveram os seus próprios BOKs. Muitas seguiram o PMI, usando o seu BOK como base de conhecimento e de verificação das suas competências, como foi o caso do

Australian Institute of Project Management, ou ainda, tomando o pacote do PMI na sua totalidade como a base de corpo normativo para o gerenciamento de projetos (Morris, 2001). As associações enquadradas nesta última categoria, geralmente constituem-se capítulos do PMI, como é o caso dos capítulos de Brasília, Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo.

Atualmente a estrutura do PMBOK® (marca registrada pelo PMI) consiste de “práticas da gerência de projetos geralmente aceitas” representadas por 37 processos componentes (Figura 2.4). Também está incluído o que o PMI define como estrutura da gerência de projetos, que compreende: a definição dos termos chave desta disciplina, uma descrição das habilidades gerais de gerenciamento, e uma introdução ao modelo de gerência de projetos (PMBOK® 2000).

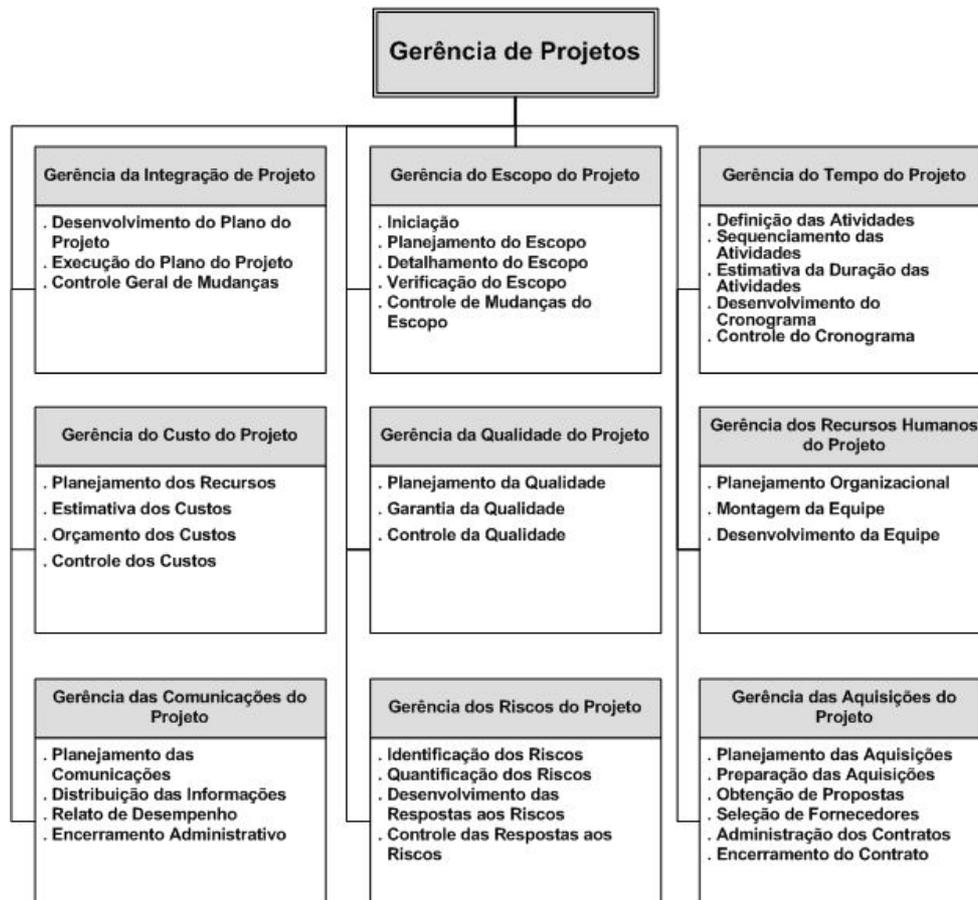


Figura 2.4 – Estrutura da Gerência de Projetos (PMBOK®, 2000)

Por outro lado, a associação Britânica APM, *Association for Project Management*, desenvolveu e publicou o seu próprio BOK, em abril de 1992, que foi traduzido e adaptado

por vários países da Europa. O APM BOK passou por várias revisões, sendo a última considerada como fundamental, em razão de ter sido baseada em um trabalho de pesquisa conduzido pelo *Centre for Research into Management of Projects* pertencente ao *Manchester's Institute of Science and Technology*. Segundo a APM, a importância desta pesquisa se revestiu no fato de ter sido realizada por meio de uma avaliação independente, onde foram cotejadas as práticas da gerência de projetos em relação aos elementos do conhecimento que gerentes de projeto de vários setores industriais consideravam como sendo necessários (APM BOK, 2000). Para efeito comparativo, apresenta-se na Figura 2.5 a estrutura do APM BOK na sua 3ª edição (1996) e na Figura 2.6, a estrutura do APM BOK na sua 4ª edição (2000).

Projeto	Organização e Projeto	Técnicas e Procedimentos	Gerência Geral
- Sistema de Gerência	- Design da Organização	- Definição do Trabalho	- Operacional/Técnica
- Gerência Programas	- Controle e Coordenação	- Planejamento	- Gerência
- Gerência Projetos	- Comunicação	- Programação	- Marketing e Vendas
- Ciclo de Vida Projeto	- Liderança	- Estimativa	- Finanças
- Ambiente do Projeto	- Delegação	- Controle de Custo	- Tecnologia da Informação
- Estratégia do Projeto	- Construção da Equipe	- Medida de Desempenho	- Jurídica
- Avaliação do Projeto	- Gerência de Conflitos	- Gerência dos Riscos	- Qualidade
- Critérios de Sucesso Falha do Projeto	- Negociação	- Gerência do Valor	- Segurança
- Integração	- Desenvolvimento da Gerência	- Controle de Mudanças	- Relações Industriais
- Sistemas e Procedimentos		- Mobilização	
- Encerramento			
-Avaliação Pós-projeto			

Figura 2.5 – Estrutura da Gerência de Projetos (APM BOK, 3ª Edição, 1996)

A estrutura da 3ª edição do APM BOK era organizada em quatro áreas de competências chave: “gerência de projeto”, “organização e pessoas”, “processos e procedimentos” e “gerência geral”. Cada uma dessas competências, a seu turno, era composta por nove a doze tópicos de competência, totalizando 40 ao todo.

Na estrutura da 4ª edição do APM BOK, os tópicos definidos pela pesquisa foram agrupados em sete seções (APM BOK, 2000).

- A primeira seção trata de itens gerais e introdutórios (Geral);

As seis seções seguintes tratam de tópicos relativos ao gerenciamento:

- A estrutura estratégica dos projetos, incluindo objetivos básicos (Estratégico);
- Questões de controle que devem ser empregadas (Controle);
- Definições de características técnicas dos projetos (Técnico);
- Aspectos comerciais da sua implementação (Comercial);
- Estrutura organizacional adequada aos tópicos anteriores (Organizacional);
- Questões do que fazer com as pessoas que irão trabalhar no projeto (Pessoas).

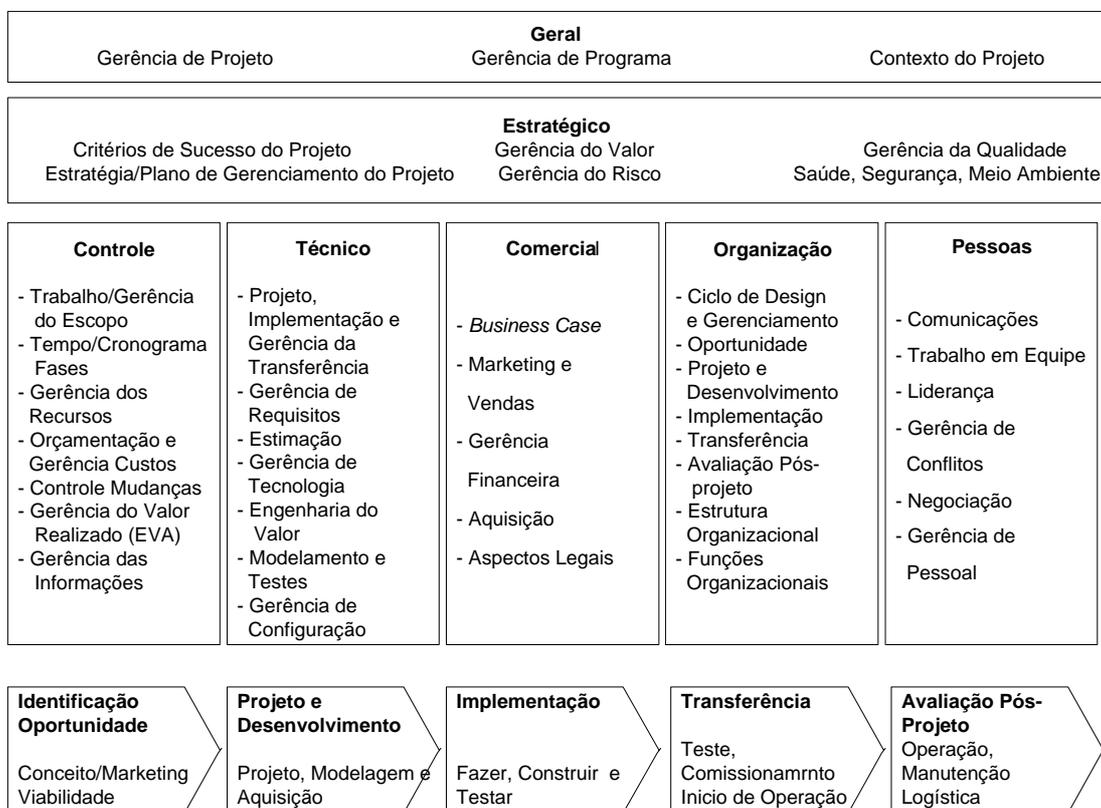


Figura 2.6 – Estrutura da Gerência de Projetos (APM BOK, 4a Edição, 2000)

Em 1998 a IPMA, *International Project Management Association*, com base na Europa, produziu uma combinação dos BOKs nacionais europeus, não incluindo o PMI que não é afiliado, publicando uma versão em inglês, francês e alemão, intitulada de ICB: *IPMA Competence Baseline* (IPMA, 1999).

A estrutura do IPMA BOK é referenciada na literatura pelo termo “The Sunflower”, representada na Figura 2.7. Segundo Morris (2001), esta estrutura foi adotada para a distribuição dos elementos por ser simétrica e regular, minimizando a dificuldade de encontrar uma estrutura aceitável para um amplo espectro de diferentes sociedades nacionais.

A norma ISO 10006¹, publicada pela primeira vez em 1997, com última versão publicada em 2003, é uma outra norma que pretendia definir a terminologia da gerência de projetos, seguindo a trilha da internacionalmente aceita norma de qualidade ISO 9000. Como esta norma foi criada fora da estrutura das organizações nacionais de gerenciamento de projetos, era esperado que atingisse uma aceitação global das questões relativas à gerência de projetos. Entretanto, a aceitação desta norma é baixa e tem sido criticada pelos seguidores dos BOKs de gerência de projetos (Focken, 2002).

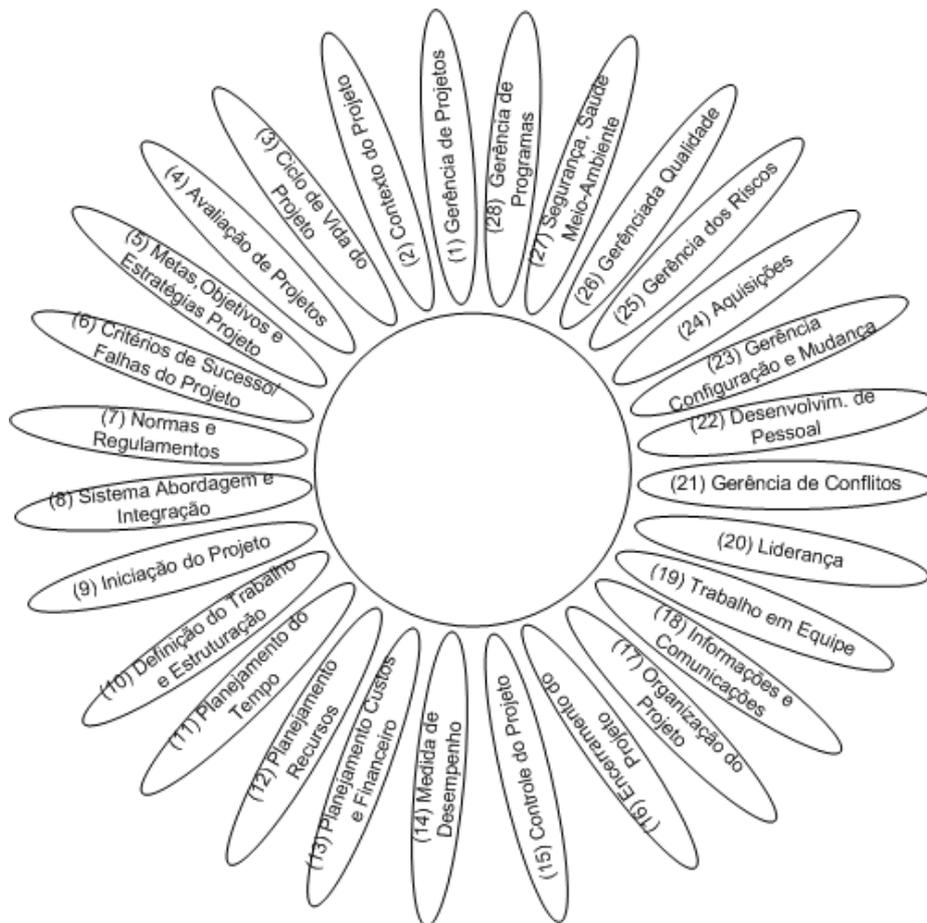


Figura 2.7 – Estrutura da Gerência de Projetos – *The Sunflower* (IPMA BOK, 1999)

¹ ISO 10006:2003, Quality management - Guidelines to quality in project management

2.4. Método do Marco Lógico

O Método do Marco Lógico é uma metodologia de gerenciamento menos difundida e que tem sido utilizada de forma mais restrita, principalmente por organizações que têm a missão de financiar programas e projetos sociais, visando a redução de desigualdades e promoção da qualidade de vida de populações. Este método foi desenvolvido na década de 1970, nos EUA, e tem como usuários organizações, tais como: o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Fundação Kellogs e a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação – FAO (BID, 2004).

A Comissão Européia promove a utilização dessa metodologia por meio de publicações de orientação, que descrevem como estruturar os programas e projetos sociais, solicitar financiamentos, controlar e prestar contas dos resultados da sua implementação nos países membros (European Commission, 2001 e 2002).

O marco lógico é uma ferramenta para facilitar o processo de concepção, desenho, execução e avaliação de projetos e programas. O principal objetivo é oferecer uma estrutura lógica comum e possibilitar uma síntese das informações sobre os projetos, para responder a três problemas comuns em projetos sociais (BID, 2004):

- Os planos dos projetos careciam de precisão e continham múltiplos objetivos que não estavam relacionados com as atividades do projeto;
- Dificuldade de determinar o alcance da responsabilidade dos gestores no caso de insucesso de projetos;
- Pouca clareza sobre os resultados esperados do projeto, dificultando a possibilidade de comparação e avaliação.

A estrutura do marco lógico é uma matriz formada por quatro linhas e quatro colunas, que devem ser preenchidas levando-se em consideração a relação existente entre as diferentes dimensões do projeto, conforme o Quadro 2.1 e a descrição que segue:

Quadro 2.1 – Matriz do Marco Lógico				
	A lógica de intervenção	Indicadores verificáveis objetivamente	Fontes de verificação	Hipóteses
Finalidade				
Propósito				
Resultados e Produtos				
Atividades				
				Condições Iniciais

Adaptado de European Commission, 2001.

- Atividades desenvolvidas;
- Componentes/resultados das atividades, como serviços e produtos produzidos;
- Objetivos esperados do projeto;
- Impactos/finalidade a médio e longo prazo.

Para cada uma dessas dimensões do projeto é necessário definir quatro elementos:

- uma descrição sucinta dos objetivos, ações ou resultados;
- Metas e indicadores de acompanhamento e avaliação;
- Meios de verificação dos indicadores/fontes de informação;
- Hipóteses/pressupostos sobre aspectos externos (fora do controle dos gestores) que devem ocorrer para que o projeto seja bem sucedido.

A matriz deve ser preenchida "de baixo para cima" e da "esquerda para direita", conforme ilustrado na Figura 2.8.

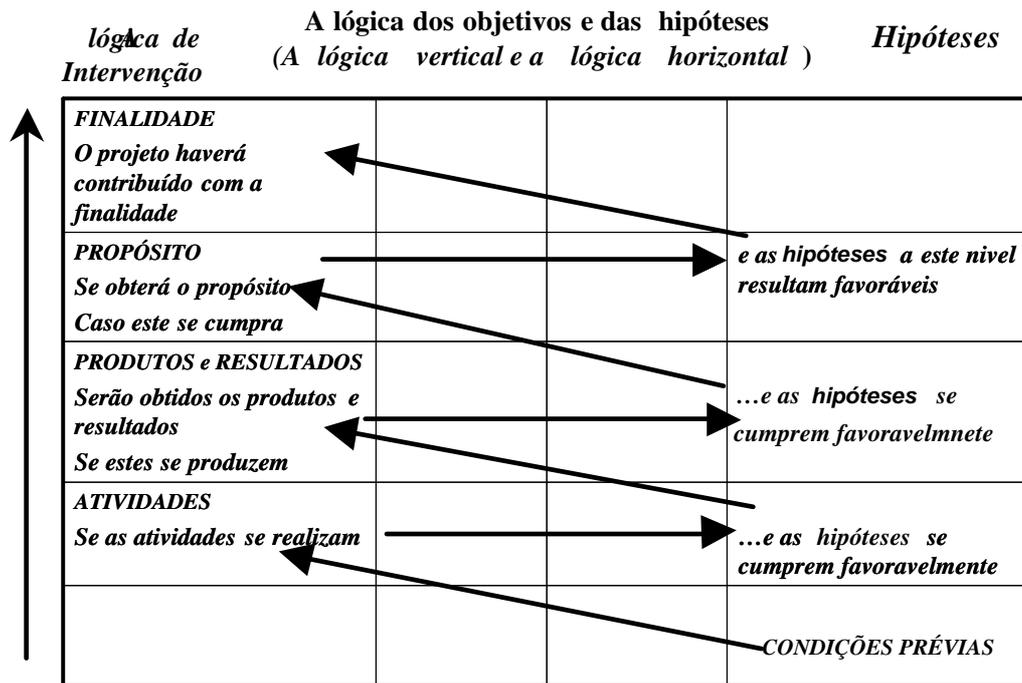


Figura 2.8 – Método do Marco Lógico (European Commission, 2001)

O preenchimento da matriz deve ser iniciado pela descrição das "atividades" até que se chegue à coluna "hipóteses", que deve ser preenchida considerando-se as condições necessárias ao sucesso das atividades. Considerando que estas hipóteses possibilitem a realização das atividades, passa-se para a segunda linha, que trata dos componentes do projeto. A mesma lógica deve ser aplicada até que se chegue ao último nível, que trata do impacto que se espera alcançar com o projeto.

O Método do Marco Lógico tem sua aplicação mais voltada aos projetos sociais, em grande parte, pela exigência dos organismos financiadores que requerem dos gestores a sua adoção como parte do processo de concessão de empréstimos a governos ou a entidades.

O Quadro 2.2 oferece indicações para o preenchimento da matriz de marco lógico para um projeto ou programa.

Quadro 2.2 – O Método do Marco Lógico			
Antes de Estruturar o Marco Lógico (Identificar os insumos)		Estruturação do Marco Lógico	
Fase de Análise (Enfoque estratégico)		Fase de Planejamento	
Identificar partes interessadas (PI)	Análise das PI: identificar e caracterizar as PI, grupos de interesse e beneficiários	Definir a lógica do projeto	Marco Lógico: definir os objetivos em termos mensuráveis, avaliar a lógica interna, definir meios, estratégias e custos.
Identificar e analisar problemas e objetivos	Análise de Problemas: identificar problemas chave, limitações e oportunidades. Determinar as relações causa-feito	Fazer o planejamento operacional do projeto	Cronograma: determinar a seqüência e dependência das atividades, estimar tempos, identificar os marcos e os responsáveis.
	Análise de Objetivos: desenvolver os objetivos a partir dos problemas. Determinar as relações meio-fim		Orçamento: a partir das atividades, planejar a disponibilidade de recursos e o orçamento
Selecionar as melhores opções (estratégias)	Análise Estratégica: identificar as estratégias apropriadas para atingir os objetivos.		

Adaptado de European Commission, 2001.

2.5. Comparação entre as Abordagens Norte-Americana e Européia

Com base numa rápida análise das estruturas dos BOKs pode-se verificar que não existe concordância entre as visões norte-americana, basicamente patrocinada pelo PMI, e a européia, patrocinada pela APM e IPMA, com relação à estrutura e ao conteúdo da disciplina de gerência de projetos.

O Ponto de Vista Norte-Americano

O uso do CPM e PERT tornou-se popular quando o Departamento de Defesa dos EUA e a Du Pont passaram a requerer que os seus contratados usassem estas técnicas para cumprir com os procedimentos de controle, normas e padrões dessas organizações. Estas técnicas foram usadas para controlar vários contratados trabalhando em um único projeto.

Este aspecto forma a base do ponto de vista norte-americano, no qual a gerência de projetos é o uso de ferramentas e técnicas para controlar várias tarefas realizadas em várias organizações trabalhando em um único projeto. Esta é a visão patrocinada pelo *Project Management Institute*, com sede em Boston, EUA, que exerce uma grande influência em escala global (Van der Merwe, 2000).

O PMI é responsável por duas publicações especializadas. A revista *PM Network*, que oferece informações relevantes e que refletem a situação atual da gerência de projetos na indústria e o *Project Management Journal*, que é mais voltado a aspectos acadêmicos e teóricos (Van der Merwe, 1998). O PMI confere o status de *Project Management Professional* (PMP) a membros que se qualificam nos seus exames de certificação. Os requisitos para sua obtenção são baseados na experiência curricular do candidato, na condução comprovada de projetos, e num exame com questões de múltipla escolha (Curling 1996; PMI 2002). Por pressão da indústria e do governo norte-americano, esta certificação é feita hoje em mais de um nível. Existe uma demanda crescente por parte das corporações norte-americanas em exigir a certificação PMP, explicitada nas suas descrições de perfil profissional desejado. Apesar do grande sucesso do processo de certificação do PMI, existe uma grande discussão no âmbito das associações profissionais e nas publicações especializadas se a gerência de projetos é realmente uma profissão. Não existe uma resposta clara a esse respeito, sendo que tanto o tema como a disciplina da gerência de projetos, demandam, na opinião de alguns autores, um maior amadurecimento (Curling 1998; Turner 1998).

O Ponto de Vista Europeu

O ponto de vista Europeu é referenciado como “gerência por projetos” ao invés de “gerência de projetos”. Segundo Van der Merwe (2000), a abordagem europeia se baseia em três princípios fundamentais: os ciclos de vida (veja Quadro 2.3), a Estrutura Analítica do Projeto (*Work Breakdown Structure* – WBS) e os Quadros de Alocação de Responsabilidades (*Responsibility Charts*).

Os ciclos de vida contêm de três a dezessete fases, sendo geralmente aceito começar com 4 fases. Na estrutura do APM BOK 2000, por exemplo, o ciclo de vida do projeto é representado na porção inferior e dividido em 5 fases: *Identificação de Oportunidades, Projeto e Desenvolvimento, Implementação, Transferência e Avaliação*

Pós-projeto (veja Figura 2.6). Conforme estudo de Van der Merve (1999), o risco é o fator de maior contribuição para o aumento no número de fases.

Quadro 2.3 – Ciclo de Vida de 4 Fases			
<i>Estágio de Viabilidade</i>	<i>Estágio de Projeto</i>	<i>Estágio de Construção</i>	<i>Estágio de Encerramento</i>
Benefício e melhoria Investigação técnica preliminar Procura por financiador Acordo quanto às limitações de recursos Aprovação para passar ao Estágio de Projeto	Montar a equipe Estabelecer WBS Alocar as responsabilidades Especificações de projeto Assinatura do contrato Aprovação para próxima fase	Escolha do local Preparação do local Instalação Conclusão Entrega/transferência Operação comercial	Encerramento do contrato Consolidação da documentação Encerramento do projeto Desmonte da equipe
Início do Projeto			Encerramento

Adaptado de Van de Merwe, 2000.

A Estrutura Analítica do Projeto (WBS) é uma ferramenta que permite dividir o projeto em unidades menores, definindo desta forma os produtos a serem obtidos. Apresenta a relação dos elementos de trabalho entre si e sua relação com o produto final. Inclui *hardware*, *software*, serviços e instalações.

O quadro de alocação de responsabilidades define quem assume a responsabilidade por cada tarefa, quanto tempo será utilizado para realizar a tarefa e a data de término, conforme representado na Figura 2.9.

Estágio de Viabilidade	Estágio de Projeto	Estágio de Construção	Estágio de Encerramento
Benefício / Melhoria Estudo técnico preliminar Procura por financiador Acordo quanto a limitação de Recursos Aprovação para Estágio de Proje			
Quadro de Alocação de Responsabilidades			
Atividade	Nome	Duração	Data
Melhoria / benefício identificado	J. Souza	10	03/06/02
Estudo técnico preliminar	P. Silva	30	08/07/02
Procura por financiador	N. Machado	20	10/09/02
Acordo quanto a limitação de recursos	M. Pereira	10	17/02/03
Aprovação evoluir para próxima fase	J. Silva	05	10/03/03

Figura 2.9 – Quadro de Alocação de Responsabilidades (Adaptado de Van de Merwe, 1998)

A revista *Project*, produzida pela APM publica artigos dos praticantes da disciplina de gerência de projeto, com discussões em processos de gerência, equipe de trabalho, motivação e gerenciamento de pessoas. O tema central de tudo é a gerência de projeto como um processo humano e universal, em contraste com a visão norte-americana de atividade, tarefa e evento (Van der Merwe, 2000).

O IPMA, maior associação de gerência de projeto (possui como afiliados institutos da França, Índia, Rússia, Alemanha, Suíça, e Reino Unido) publica o *International Journal of Project Management*, visto amplamente como a autoridade acadêmica em gerência de projetos (Van de Merwe, 2000).

Van de Merwe (2000) considera a Europa melhor organizada sob o ponto de vista acadêmico, pois várias universidades oferecem programas de gerência de projetos em diferentes graus e conteúdos. A APM atingiu um *status* de poder conceder certificado de terceiro grau conforme os padrões educacionais da Inglaterra. O *status* de Gerente de Projeto Certificado (similar ao de Engenheiro Certificado) está disponível para os membros que prestam os exames de qualificação.

Resumo

A perspectiva norte-americana se concentra na tarefa, nas ferramentas e nas técnicas para gerar o produto de um projeto e coordenar e controlar várias tarefas realizadas por várias organizações trabalhando em um único projeto (Van de Merwe, 2000).

O ponto de vista europeu em gerência de projeto, considera que uma organização é composta por vários pequenos projetos e o processo cumulativo desses projetos determina o processo da organização. A chave deste conceito é a gerência de pessoas que realizam o trabalho em vários projetos que ocorrem simultaneamente. É esta gerência de multiprojeto na forma de um processo de negócios que é ensinada como base acreditada de diplomação no terceiro grau (Van de Merwe, 2000).

2.6. Perspectivas e Tendências da Gerência de Projetos

Conforme mencionado na Seção 2.2, ao longo dos anos 90 o interesse na gerência de projetos tornou-se progressivamente mais forte, na medida em que as empresas passaram a se organizar no sistema de gerência por projetos e as corporações globais passaram a aplicar a gerência de projetos em projetos globalmente distribuídos. Este

fenômeno decorreu da globalização da economia, onde a inovação tecnológica como instrumento de competitividade veio a atender uma demanda de novos produtos com ciclos de desenvolvimento cada vez mais curtos e a custos cada vez menores.

Segundo a OECD (2000), os avanços científicos e mudanças tecnológicas são os propulsores do recente desempenho econômico das nações. A habilidade de criar, distribuir e explorar conhecimento se tornou a maior fonte de vantagem competitiva, criação de riqueza e de melhoria na qualidade de vida. Algumas das principais características desta transformação são: o crescente impacto das tecnologias de informação e comunicações na economia e na sociedade; a rápida aplicação dos recentes avanços científicos em novos produtos e processos; a alta taxa de inovação nos países desenvolvidos; o aumento da participação de indústrias e de empresas de serviços que utilizam conhecimento intensivo; e uma crescente demanda de maior capacitação profissional. Portanto, a inovação tecnológica provê a forma de competir para empresas e para nações.

Nesta seção estão descritas as perspectivas e tendências da gerência de projetos, sendo que muitas das idéias aqui descritas são tão antigas como o PERT, mas que encontram um ambiente mais propício a sua aplicação no cenário atual.

Gerenciamento por Portfólio

O Gerenciamento por Portfólio se refere à seleção de projetos ou programas de investimento inseridos nos programas estratégicos das organizações (PMBOK[®], 2000). Nesta abordagem, os projetos são priorizados conforme uma avaliação conjugada da probabilidade de sucesso técnico, viabilidade em termos de recursos, probabilidade de sucesso comercial, alinhamento estratégico e o correspondente impacto no resultado global da organização (faturamento / lucro).

A análise de *portfólio* é uma atividade complexa e multidisciplinar que depende da infra-estrutura da organização, do ramo de atividade e dos projetos a serem desenvolvidos.

Numa primeira etapa, os projetos são avaliados segundo as probabilidades de sucesso técnico, conforme o esquema mostrado na Figura 2.10.

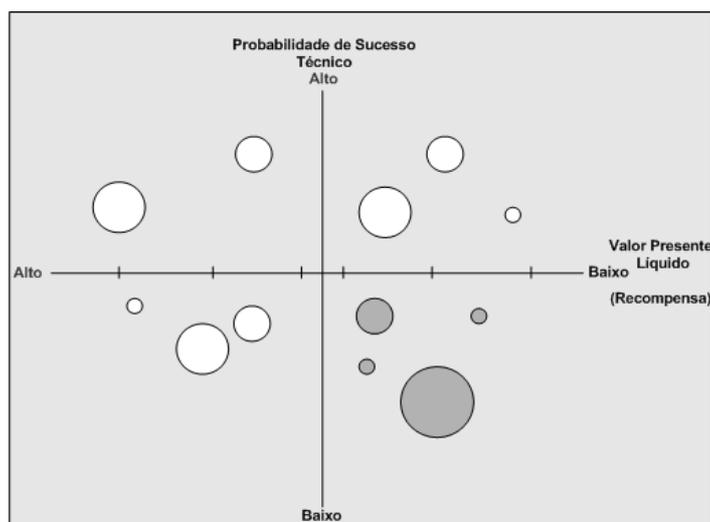


Figura 2.10 – Gerenciamento por Portfólio – Avaliação de Projetos (Proteu VI)

A probabilidade de sucesso técnico depende da tecnologia, processos e sistemas e equipamentos, bem como a disponibilidade de pessoal capacitado para implantar e operar estes sistemas.

Uma vez classificados do ponto de vista técnico, os projetos passam por uma priorização da combinação da probabilidade de sucesso técnico e comercial, em função do impacto nos resultados e na sua aderência à estratégia da organização. O aspecto de impacto nos resultados é uma avaliação direta, enquanto que a aderência à estratégia da organização requer a análise de como o projeto contribuirá com a preparação da instituição para o futuro. Significa avaliar se a realização do projeto criará novas oportunidades para o futuro, posicionará a organização competitivamente, criará novo mercado, auxiliará no desenvolvimento de nova tecnologia, ou adicionará novas capacidades e competências. Esta análise é realizada conforme o esquema mostrado na Figura 2.11.

A probabilidade de sucesso comercial segue uma avaliação do ponto de vista financeiro, não sendo muitas vezes claro para os projetos das ICT que, na sua maioria, não visam à comercialização. Nesta avaliação, os principais itens a serem analisados envolvem a projeção do capital necessário para implantar o projeto e a taxa de retorno a ser obtida. Estes itens são:

Investimentos fixos: Montante de recursos necessários para a implantação de toda a infra-estrutura física do projeto;

Capital de giro: Recursos necessários ao financiamento do ciclo operacional do projeto, ou seja, aquisição de mercadorias, matéria-prima, financiamento a clientes, etc.

Faturamento: Projeção das quantidades para vendas de produtos ou serviços e multiplicação pelo preço de venda. A projeção do faturamento é resultante do potencial de mercado, da capacidade produtiva e da força de vendas.

Custos fixos: Os custos que fazem parte da estrutura da empresa, independente da ocorrência de vendas.

Custos variáveis: Custos que variam diretamente com quantidade de vendas. Verificar os tributos que incidem diretamente sobre o preço de venda a ser praticado na comercialização do produto.

Custo do produto por unidade: Soma de todos os custos utilizados para a produção, vendas e prestação de serviços associados (custo direto + despesas operacionais).

Preço de venda:

- Custo do produto;
- Custo de comercialização;
- Margem de lucro desejada.

Lucro Operacional: Diferença entre a receita operacional (faturamento total da empresa) e o seu custo total (custos fixos, pagamento de pessoal, matéria-prima, material de consumo, comissões, impostos, etc.), antes do pagamento da Contribuição Social Sobre o Lucro.

Taxa de Rentabilidade: do projeto corresponde à remuneração do capital investido:

$$\text{Taxa de Rentabilidade} = \frac{\text{Lucro líquido}}{\text{Investimento}} \times 100$$

Lucratividade Operacional: representação percentual do lucro operacional da empresa em relação às vendas:

$$\text{Lucratividade Operacional} = \frac{\text{Lucro operacional}}{\text{Vendas}} \times 100$$

Prazo de Retorno do Investimento: tempo de retorno do capital investido, considerando-se o nível de vendas e lucros:

$$\text{Taxa de Retorno} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Lucro líquido}}$$

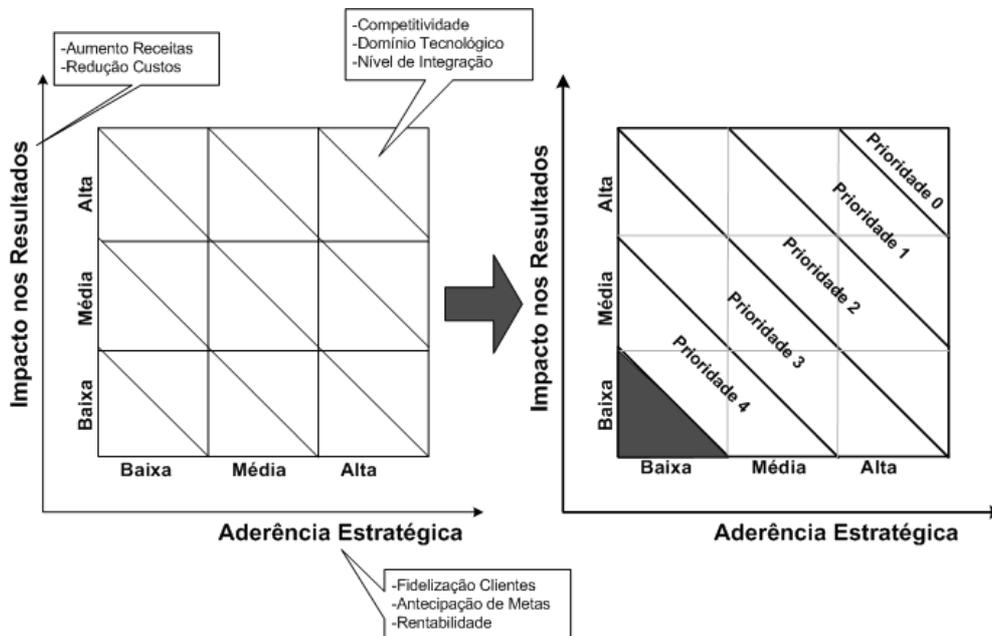


Figura 2.11– Gerenciamento por Portfólio – Priorização de Projetos (Proteu VI)

Gerenciamento da Tecnologia

Como a tecnologia é a maior fonte de mudança, ela passou a ser nos últimos anos a base essencial do planejamento estratégico das empresas, atuando como uma ferramenta de competitividade que permite a manutenção ou aumento de participação nos mercados. A globalização da economia impõe a aquisição permanente de novas tecnologias. Somado a isto, um ambiente turbulento de mudança de decisões e de necessidades dos clientes e compradores, demanda das empresas uma redução no ciclo de inovações e uma rápida transferência ao mercado (OEI, 2000). Isto significa que a seleção de projetos deve ter presente, primordialmente, quais as tecnologias disponíveis no presente e quais estarão disponíveis no futuro, o que resulta na necessidade de avaliar e eventualmente estruturar a função tecnológica na empresa e integrá-la aos seus objetivos estratégicos (Vasconcelos, 1992).

Escritório de Projetos (*Project Office*)

Hoje em dia o estabelecimento de um Escritório de Projetos nas corporações é motivado pela necessidade de aumentar o número de projetos concluídos de uma forma bem sucedida.

O Escritório de Projetos é uma unidade organizacional composta por gerentes de projeto profissionais que servem às necessidades de gerenciamento de projetos de uma organização. A decisão de implementar um Escritório de Projetos decorre da necessidade de estabelecer processos uniformes e consolidados para a condução consistente de projetos ou programas.

A missão de um Escritório de Projetos é estabelecer a metodologia, as normas de gerência de projetos e os processos para implantação desta metodologia. Deve prover treinamento em gestão de projetos e orientar e monitorar os gerentes, para assegurar que a metodologia e os processos sejam aplicados aos projetos de forma adequada.

O Escritório de Projetos pode ser estruturado segundo diferentes modelos. Pode ter a função de coleta de dados para informar aos gerentes qual situação do projeto, porém sem efetiva ação no sentido de eventuais correções de rumo, ou no outro extremo, com um diretor de programas ao qual os gerentes de projeto se reportam e que efetivamente comanda a condução e as eventuais correções de rumo. A adoção desses modelos depende do nível de maturidade da organização na gestão de projetos (Hill, 2001).

Modelos de Maturidade

A palavra maturidade aqui empregada significa uma condição perfeita ou totalmente desenvolvida. O conceito de maturidade no processo de gerenciamento de projetos foi popularizado pelo *Capability Maturity Model (CMM)* do *Software Engineering Institute (SEI)*, Virginia, EUA, que foi adotado pelo Departamento de Defesa dos EUA para avaliar a capacidade dos seus fornecedores de *software*. Os fornecedores de *software* utilizam o CMM para verificar sua capacidade atual e planejar futuras melhorias. Este conceito, desenvolvido originalmente para a área de *software*, tem sido estendido a outras áreas com uma indicação positiva na relação entre modelo de maturidade e sucesso de projetos (Dooley & Subra, 2000).

Segundo o modelo de maturidade, para uma organização estabelecer e melhorar os seus processos de gerência de projetos ela deve passar por cinco níveis de maturidade:

- Nível 1 – *Ad Hoc*: Os projetos são gerenciados de maneira *ad hoc*, não existindo uma metodologia formal de gerência de projetos. Poucos processos estão definidos e o sucesso dos projetos depende do esforço individual.

- Nível 2 – Consistente: Os processos básicos da gerência de projeto estão estabelecidos para acompanhamento de custo, cronograma e funcionalidade. Os processos disciplinadores para repetir os sucessos de projetos precedentes estão estabelecidos. A meta deste nível é estabelecer uma disciplina básica de gerência de projeto na organização.
- Nível 3 – Integrado: Os processos de engenharia e gerenciamento estão documentados, padronizados e integrados aos processos padrões da organização. Todos projetos usam uma versão padronizada e ajustada ao tipo de projeto a ser empreendido. As atividades são bem integradas.
- Nível 4 – Abrangente: Métricas detalhadas de qualidade do processo e do produto são coletadas. Processos e produtos são quantitativamente entendidos e controlados.
- Nível 5 – Otimizado: Melhoria contínua do processo é obtida por meio de *feedback* quantitativo de processos e a partir de idéias e tecnologias inovadoras testadas em escala piloto.

Em função de um número crescente de organizações estarem utilizando a gerência por projetos e pelo interesse crescente nos modelos de maturidade, o *PMI Standards Committee*, estabeleceu em 1998 um projeto para criar uma norma para descrever como as organizações gerenciadas por projetos poderiam aumentar a sua capacitação. Este projeto, denominado *Organizational Management Maturity Model*, ou OPM3, continua em desenvolvimento e será submetido ao ANSI (*American National Standards Institute*), a exemplo do que ocorreu com o PMBOK® *Guide 2000*, que foi aprovado por este instituto como uma norma nacional norte-americana em março de 2001, sob o número (ANSI/PMI 99-001-2000)². O OPM3, embora em harmonia com o PMBOK®, é um produto aplicável às organizações e aos programas e projetos dessas organizações, enquanto que o PMBOK® é aplicado exclusivamente à gerência de um projeto.

Cadeia Crítica (*Critical Chain*)

O gerenciamento de projetos pela sua cadeia crítica é um método de gestão de projetos que foi tornado popular por Eli Goldratt em seu livro publicado em 1997 (Focken,

² www.pmibookstore/productdetail.asp?productid=4107

2002). Neste método, Goldratt mostra como as contingências e reservas de segurança de um projeto são desperdiçadas nos projetos conduzidos de maneira tradicional, pela incorrência da Lei de Parkinson “o trabalho se expande (e freqüentemente) excede o tempo permitido”. No método da cadeia crítica as contingências são removidas do cronograma de projeto e acumulados no seu final. A Figura 2.12 mostra três barras que representam três tarefas de um projeto. As barras superiores são as do projeto tradicional com um cronograma seguro em cada tarefa. As barras centrais mostram as mesmas tarefas, porém sem qualquer margem de segurança e um *buffer* do projeto como uma contingência no final do cronograma. As barras inferiores mostram o método proposto de deixar alguma contingência nas tarefas e a maior parte da contingência no *buffer* do projeto ao seu final. Por meio deste expediente é obtida uma redução na duração total do projeto.

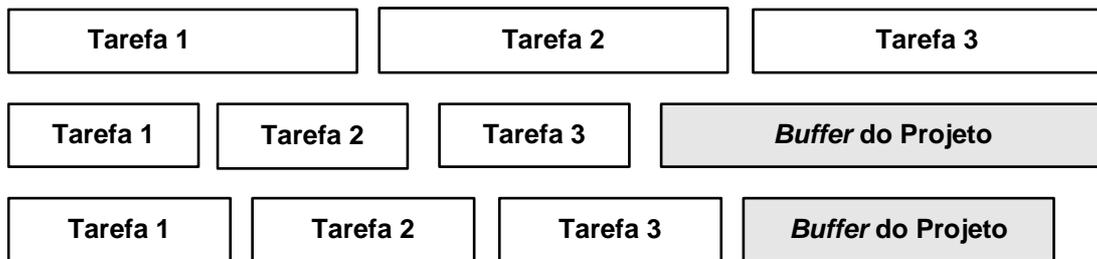


Figura 2.12 – Buffer de Contingência Compartilhada (Adaptado de Foken, 2002)

Compactação do Projeto (*Project Crashing*)

A compactação do projeto é um conceito tão antigo como o CPM e o PERT, mas se enquadra melhor no recente contexto de redução de prazos de execução de projetos. A compactação de um projeto significa reduzir a duração do projeto pela alocação de recursos extras em trabalho e equipamento. A estimativa de compactação (*Crash*) é definida como o tempo mínimo absoluto requerido por uma atividade de projeto (Stires & Murphy apud Focken, 2002). Apresenta-se na Figura 2.13 a conexão feita entre custo e tempo da atividade.

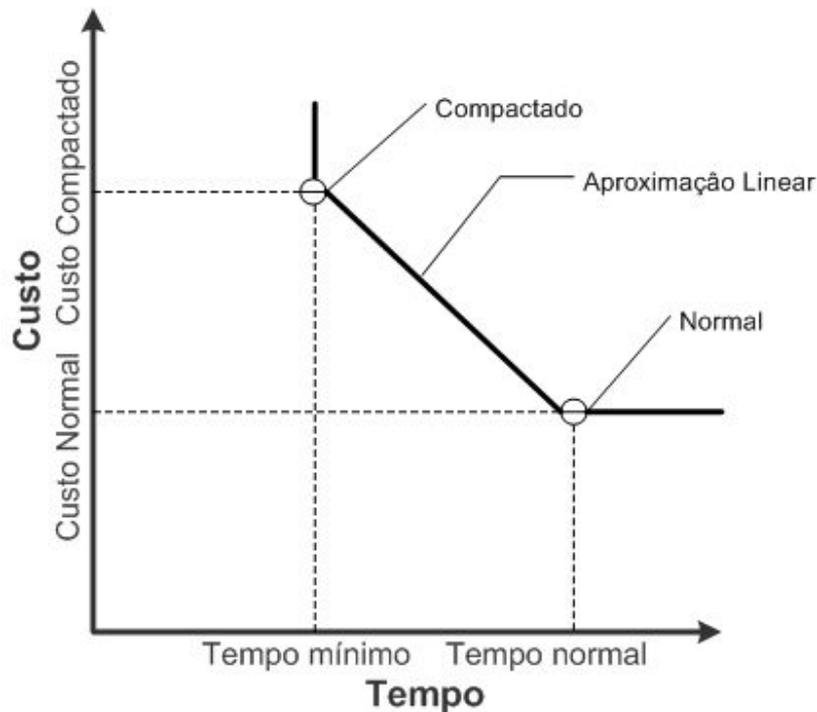


Figura 2.13 – Dependência entre Tempo e Custo do Projeto

Via Rápida (*Fast Tracking*)

Projetos conduzidos pela abordagem da via rápida são aqueles que executam tarefas em paralelo que são supostas de serem executadas em série (PMFORUM, 2003). Um projeto de engenharia pode ser acelerado pela via rápida, por exemplo, pela programação do projeto e manufatura simultaneamente. Tradicionalmente estas duas atividades deveriam ser executadas uma após a outra. Na abordagem da via rápida, os primeiros itens seriam então fabricados tão logo os primeiros desenhos estivessem prontos, sem aguardar a conclusão de todos os desenhos. Este é um método que o senso comum indica para acelerar um projeto e é aplicado por várias empresas. Pela via rápida, é ganho tempo no projeto pela aceitação de riscos extras e pela acumulação de recursos. No exemplo mencionado, o trabalho de projetar que é feito após a fabricação dos primeiros itens, pode revelar que alguns detalhes, ou mesmo o conceito técnico como um todo, necessita ser modificado. Neste caso, os itens já fabricados seriam perdidos implicando em perda de tempo e dinheiro. Portanto, é uma abordagem a ser utilizada com cautela.

Prototipagem Rápida

A prototipagem rápida é um processo automático para obter um modelo tridimensional a partir de um desenho feito com aplicativos de projeto computacionais –

sistemas CAD. Não se trata de uma ferramenta de gerência de projeto, mas é uma tecnologia de manufatura que acelera importantes atividades e, portanto, encontra aplicação em muitos projetos.

Os métodos convencionais para a obtenção de protótipos consomem semanas ou meses, ao passo que, com a prototipagem rápida, um modelo pode ser obtido em poucos dias, com a consequência de reduzir o tempo para colocação de novos produtos de desenvolvimento no mercado (Gorni, 2001).

2.7. Conceitos Associados à Gerência de Projetos

O que é um projeto

Existem várias definições do que é um projeto. Para o PMI, um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único. Temporário significa que cada projeto tem um começo e um fim bem definidos. Único significa que o produto ou serviço é de alguma forma diferente de todos os outros produtos ou serviços semelhantes (PMBOK[®], 2000).

Segundo a APM, um projeto é um conjunto único de atividades coordenadas, com pontos de início e fim definidos, executados por um indivíduo ou uma organização, para atender objetivos específicos dentro de um prazo, custo e parâmetros de desempenho definidos (APM, 2000).

Independente da definição, os atributos de um projeto são:

- Propósito único;
- Temporário;
- Requer recursos, freqüentemente de várias áreas;
- Deve ter um financiador e um cliente; e
- Envolve incertezas.

Está sujeito a limitações estabelecidas nas:

- Metas de escopo;
- Metas de prazo;
- Metas de custo; e

- Metas de qualidade.

O que é Gerência de Projetos

Gerência de Projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para projetar atividades que visem atingir ou exceder as expectativas das partes interessadas. O ato de atingir ou exceder as necessidades e expectativas das partes interessadas, invariavelmente envolve equilíbrio de demandas concorrentes (PMBOK® 2000):

- Escopo, prazo, custo e qualidade;
- Diferentes necessidades e expectativas das partes interessadas; e
- Necessidades concretas e expectativas.

Novamente, a definição aqui apresentada é a do PMBOK® que trata da gerência de projetos, que é a forma como se gerencia um projeto dentro de uma mesma organização, enquanto a *gerência por projetos* é a uma forma de organizar uma corporação como um todo.

A gerência de projetos não deve ser confundida com as operações rotineiras. No Quadro 2.4 estão apresentadas as diferenças entre operações e a gerência de projeto.

Quadro 2.4 – Diferenças entre Operações e Gerência de Projetos	
Operações	Gerência de Projeto
Sistemas existentes	Configuração de recursos temporária
Recursos estáveis	Recursos variáveis
Trabalho repetitivo	Trabalho único e singular
Eficiência e efetividade	Coesão e direção
Confiança em procedimentos e padronização	Voltado para o produto final
Gerenciamento de linha de produção	Orientado para projeto
Foco em continuidade e manutenção	Encerramento determinado

Adaptado de Wideman, 2001b.

Fases e Ciclo de Vida de um Projeto

O conjunto de fases de um projeto é denominado de *ciclo de vida do projeto* e se aplica para todos os projetos independentemente dos produtos ou serviços a serem gerados.

Modelos de ciclo de vida de produtos ou serviços variam consideravelmente de acordo com a sua natureza. Dividir um projeto em fases visa obter um melhor controle gerencial e uma correta aplicação dos processos ao longo da sua evolução. Como os projetos são únicos e sujeitos a riscos, a sua divisão em fases permite o estabelecimento de marcos decisórios claros para autorizar a sua evolução. A evolução de um projeto de uma fase atual para a seguinte, geralmente implica no aumento do nível de atividades e de aplicação de recursos. Revisões da gerência (também chamadas de saídas ou *kill points*) devem ocorrer após cada fase para medir o progresso do projeto, chance de sucesso e continuidade de compatibilidade com as metas organizacionais. Portanto, para o sucesso de um projeto é fundamental o detalhamento do seu ciclo de vida, que consiste em identificar, planejar, integrar e executar corretamente as suas fases.

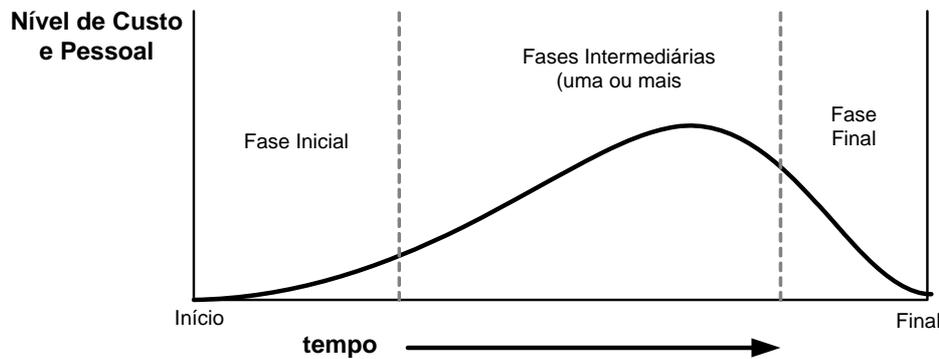


Figura 2.14 – Exemplo Genérico de Ciclo de Vida de um Projeto (PMBOK® 2000)

Partes Interessadas do Projeto (*stakeholders*)

As partes interessadas são indivíduos e organizações diretamente envolvidos no projeto, ou aqueles cujos interesses podem ser afetados, de forma positiva ou negativa, no decorrer do projeto ou mesmo após a sua conclusão. A equipe de gerência do projeto deve identificar as partes interessadas, conhecer suas necessidades e expectativas de forma a garantir o sucesso do projeto.

Em todo projeto existem as seguintes partes interessadas principais (PMBOK® 2000):

- Gerente do projeto – indivíduo responsável pela gerência do projeto;
- Cliente – indivíduo ou organização que fará uso do produto do projeto;

- Organização executora – empresa mais diretamente envolvida na execução do projeto; e
- Patrocinador – indivíduo ou grupo que provê os recursos financeiros, em dinheiro ou espécie, para a realização do projeto.

Existem diferentes nomes e categorias de partes interessadas no projeto – interno, externo, proprietários e acionistas, fornecedores e empreiteiros, membros da equipe de projeto, agências do governo, agências de publicidade, cidadãos, intermediadores permanentes e temporários e a sociedade em geral.

Dar nomes, ou agrupar as partes interessadas é um excelente auxílio para identificar que tipos de indivíduos ou organizações se consideram como partes interessadas.

Influências da Organização

Os principais aspectos com potencial de influenciar na execução do projeto são:

- Sistemas da Organização
 - ✓ Organizações orientadas para projetos: dois tipos básicos são identificáveis nesta categoria - organizações cujas receitas se originam de fornecimento de projetos para terceiros e organizações que adotaram o modelo de gerência por projetos; e
 - ✓ Organizações não orientadas para projetos: empresas que não possuem sistemas de gerenciamento desenhados para suportar as necessidades dos projetos de forma efetiva e eficiente. A ausência de sistemas orientados a projetos normalmente dificulta a tarefa de gerenciamento de cada projeto.
- Estilo e Cultura da Organização

A maioria das organizações desenvolveu cultura única e própria. Esta cultura é refletida nos seus valores, normas, crenças e expectativas; nas suas políticas e procedimentos; na sua visão das relações de autoridade; e em diversos outros fatores. A cultura das organizações, freqüentemente, tem influência direta no projeto (PMBOK® 2000). A compreensão desta influência é um fator importante a ser considerado para o sucesso do projeto. Em projetos de desenvolvimento conjunto as diferenças culturais são fonte potencial de conflito

e devem ser administradas no estágio inicial. Apresenta-se no Quadro 2.5 as diferenças culturais entre a indústria e organizações de P&D no desenvolvimento de projetos.

Quadro 2.5 – Diferenças Culturais no Desenvolvimento de Projetos	
Projetos em Organizações de P&D	Projetos em Corporações Industriais
Orçamento fixo, tempo variável	Tempo fixo, orçamento variável
Foco em novos conhecimentos	Foco em lucro e oportunidades
Ênfase na educação e no conhecimento original	Ênfase na obtenção de produtos
Publicação	Proteção da propriedade intelectual

Adaptado de Council on Governmental Relations, 1996.

- Estrutura da Organização

A estrutura da organização executora freqüentemente restringe a disponibilidade ou as condições sob as quais os recursos se tornam disponíveis para o projeto. As estruturas das organizações podem apresentar um amplo espectro, desde a estrutura funcional, até a orientada a projeto, com uma variedade de combinações entre elas. Nestas diferentes estruturas a autoridade do gerente de projeto varia entre pouca ou nenhuma, até uma liderança efetiva sobre a equipe do projeto.

Habilidades do Gerente de Projeto

De forma resumida, as habilidades mencionadas como necessárias ao gerente de projeto são as seguintes:

- Habilidade de comunicação: ouvir, persuadir;
- Habilidade de organização: planejar, definir metas, analisar;
- Habilidade de montar equipes: empatia, motivação, espírito de grupo;
- Habilidade de liderança: servir como exemplo, energético, ter visão ampla e abrangente, delegar, ser positivo;
- Habilidade de negociação: habilidade de gerenciar conflitos, flexibilidade, criatividade, paciência e persistência;

- Habilidade tecnológica: experiência e conhecimento do projeto.

2.8. Processos da Gerência de Projetos

O PMBOK® 2000 divide os processos de gerência de projetos em cinco grupos, cada um deles contendo um ou mais processos:

- Processos de iniciação: a organização reconhecer que um projeto ou fase deve começar e se comprometer executá-lo(a);
- Processos de planejamento: planejar e manter um esquema de trabalho viável para atingir aqueles objetivos de negócios que determinaram a existência do projeto;
- Processos de execução: coordenar pessoas e outros recursos para realizar o plano;
- Processos de controle: assegurar que os objetivos do projeto estão sendo atingidos, por meio de monitoramento e avaliação do seu progresso, tomando ações corretivas quando necessárias;
- Processos de encerramento: formalizar a aceitação do projeto ou fase e encerrá-lo(a) de uma forma organizada.

A Figura 2.15 é uma representação esquemática dos processos da gerência de projetos. Os grupos de processos acontecem e se repetem com diferentes intensidades em cada fase do projeto. São constituídos de atividades que se sobrepõe e cujas ligações são iterativas. Esta iteratividade garante que na evolução do projeto as informações vão sendo atualizadas, permitindo monitoração do desempenho, controle de mudanças e ajustes no planejamento.

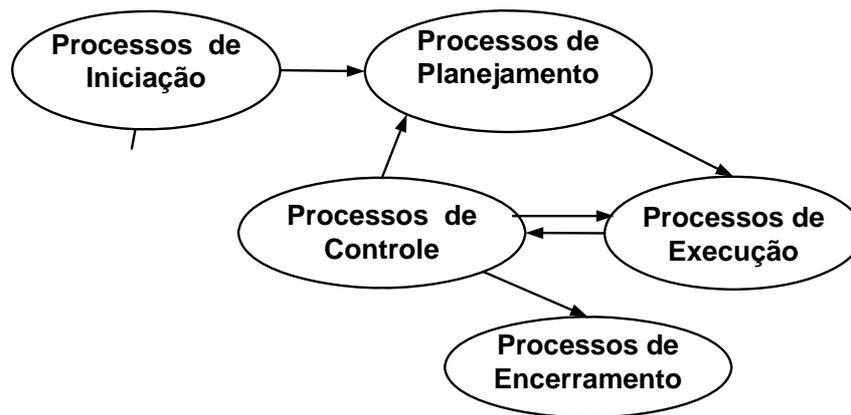


Figura 2.15 – Ligações entre os Grupos de Processo em cada Fase (PMBOK® 2000)

2.9. Áreas de Conhecimento da Gerência de Projetos

Os conhecimentos e práticas descritos a seguir refletem a visão do PMI, que é a organização de maior penetração e reconhecimento mundial na área de gerência de projetos, adotada em 125 países, inclusive o Brasil. Evidentemente, o PMBOK® não é capaz de conter todo universo de conhecimento existente na área de gerência de projetos, sendo que o próprio comitê de normas do PMI, no ano de 1987, mudou o nome do PMBOK® de “*Project Management Body of Knowledge*” para “*A Guide to the Project Management o Knowledge*”. Esta mudança visou a refletir o aspecto da limitação e enfatizar que esta publicação inclui todos aqueles tópicos, áreas e processos intelectuais que estão envolvidos na aplicação de conceitos seguros e comprovados de gerenciamento de projetos. Aspectos necessários e/ou relevantes não explicitados no PMBOK® são incorporados aos modelos e metodologias desenvolvidas para aplicações específicas (Morris, 2001).

São nove as áreas de conhecimento da gerência de projetos que descrevem as competências chave que os gerentes de projeto devem desenvolver (PMBOK®, 2000). Quatro são *áreas essenciais*, que lidam com os objetivos específicos do projeto e cujos processos estão incluídos nas gerências de *escopo, tempo, custo e qualidade*. Quatro são *áreas facilitadoras*, que dependem da natureza do projeto e cujos processos estão incluídos nas gerências de *recursos humanos, comunicações, risco e aquisições*. Uma *área integradora* que agrega e coordena as demais áreas de conhecimento, afetando e sendo

afetada por elas, denominada de *gerência de integração do projeto*. Esta estrutura pode ser visualizada na Figura 2.16.

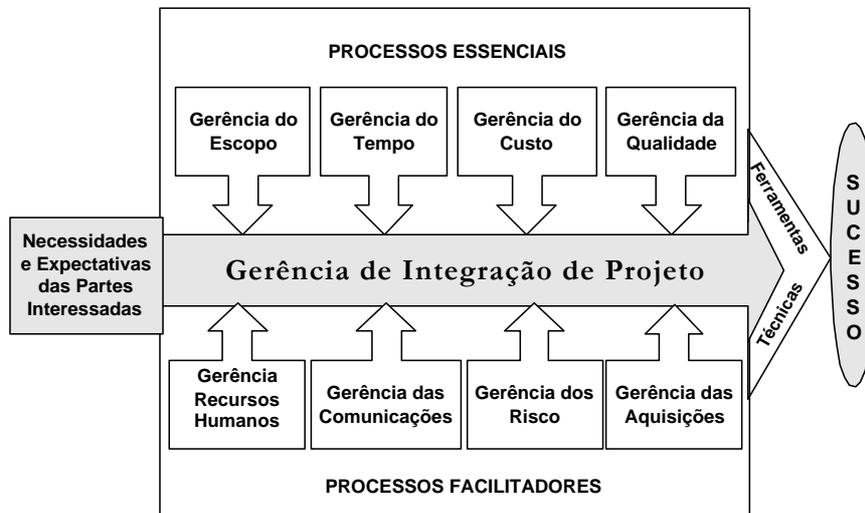


Figura 2.16 – Estrutura da Gerência de Projetos (Adaptado de Wideman, 2001b)

2.9.1. Gerência da Integração do Projeto

A Gerência da Integração do Projeto compreende os processos necessários para assegurar uma adequada coordenação dos vários elementos do projeto. Tem como função equilibrar as demandas concorrentes do projeto para atingir ou superar as necessidades e expectativas das partes interessadas.

Os processos principais são:

- Desenvolvimento do Plano do Projeto: visa consolidar os resultados de todos os processos de planejamento, incluindo os processos essenciais e facilitadores, em um documento único e coerente;
- Execução do Plano do Projeto: visa levar a cabo o projeto pela execução das atividades constituintes; e
- Controle Geral de Mudanças: visa controlar e coordenar as mudanças ao longo do ciclo de vida do projeto.

O Plano do Projeto resume as informações críticas e a documentação necessária ao gerenciamento do projeto. Este plano usa os resultados de todos os planos e processos envolvidos, combinando-os em um documento formalmente aprovado usado para gerenciar e controlar a execução do projeto (US DOE, 2000a)

O Plano do Projeto representa o compromisso firmado entre a gerência, o patrocinador, o cliente e as organizações interessadas quanto ao planejamento e objetivos do projeto. O Plano do Projeto fornece diretrizes para a execução e controle ao longo do ciclo de vida do projeto, garantindo consistência ao gerenciamento, aderência aos processos e clareza quanto às atribuições e responsabilidades (US DOE, 2000a).

2.9.2. Gerência do Escopo do Projeto

O escopo de um projeto se refere a todo trabalho e processos envolvidos na criação de um produto, seja ele um bem ou serviço. A gerência do escopo compreende a definição do que está e do que não está incluído no projeto. Deve assegurar que a equipe de projeto e as partes interessadas tenham o mesmo entendimento de quais produtos serão obtidos como resultado de projeto e quais processos que serão utilizados para a sua obtenção.

Os processos de gerência do escopo do projeto são:

- Iniciação: é o processo formal de reconhecimento de que um novo projeto existe ou que um projeto existente deve evoluir para a fase seguinte. Os projetos decorrem de demandas de mercado, necessidade de negócio, encomendas de cliente, avanços tecnológico ou de exigências legais. Normalmente, um projeto para ser formalmente iniciado, deve ter passado anteriormente por um processo de seleção, estudo de viabilidade ou qualquer forma equivalente de análise. Neste processo são estabelecidas as condições de contorno para obtenção do produto, a partir da formalização das limitações e premissas a serem adotadas. Nesta etapa, deve ser identificado e designado o gerente do projeto;
- Planejamento do Escopo: é uma declaração escrita do escopo como base para futuras decisões do projeto, incluindo os critérios para avaliação se o projeto ou fase foram concluídos com sucesso;
- Definição do Escopo: consiste em subdividir os principais produtos do projeto em componentes menores e facilmente gerenciáveis. Nesta etapa é definida uma das principais ferramentas da gerência do projeto, que é a Estrutura Analítica do Projeto - EAP, tradução livre da expressão *Work Breakdown Structure* - WBS. Conforme definição do Departamento do Defesa dos EUA o termo WBS significa (US DoD, 1998):

- ✓ Estrutura hierárquica de famílias de produtos, composta por hardware, software, serviços, dados e instalações;
 - ✓ Esta ferramenta mostra e define o produto, ou produtos, a serem desenvolvidos e/ou produzidos. Apresenta a relação dos elementos de trabalho entre si e sua relação com o produto final;
 - ✓ Esta estrutura pode ser detalhada até qualquer nível de interesse. Entretanto, os três níveis principais são o que qualquer programa, projeto ou contrato necessitam para sua execução, a menos que os itens identificados sejam de alto custo ou alto risco. Então, e somente nestes casos, é importante explicitar a quebra da estrutura para níveis de definição menores.
- Verificação do Escopo: é a formalização da aceitação do escopo do projeto pelas partes interessadas, o que exige uma revisão dos produtos e resultados do trabalho para garantir que tudo foi completado corretamente e satisfatoriamente. A verificação do escopo difere do controle da qualidade já que é fundamentalmente relacionada com a aceitação do resultado do trabalho, enquanto o controle da qualidade é relacionado com a exatidão dos resultados do trabalho; e
 - Controle de Mudança do Escopo: consiste em controlar as mudanças no escopo do projeto de modo a: avaliar impacto em custo, prazo e qualidade; influenciar os fatores que criam mudanças no escopo para garantir que as mudanças sejam benéficas; determinar que uma mudança no escopo ocorreu e gerenciar as mudanças reais, quando e se elas ocorrerem.

2.9.3. Gerência do Tempo do Projeto

A Gerência do Tempo do Projeto compreende os processos necessários para assegurar que o projeto será implantado no prazo previsto. Os processos principais são os seguintes:

- Definição das Atividades: identificar as atividades específicas que devem ser realizadas para produzir os produtos do projeto, conforme subprodutos definidos na EAP;

- Seqüenciamento das Atividades: revisar as atividades para determinar e documentar as suas dependências;
- Estimativa da Duração das Atividades: estimar a quantidade de períodos de trabalho que serão necessários para a execução das atividades;
- Desenvolvimento de Cronograma: analisar a seqüência e as durações das atividades e os requisitos dos recursos para criar o cronograma do projeto;
- Controle do Cronograma: controlar as mudanças no cronograma do projeto.

Nesta área de conhecimento da gerência do projeto, as ferramentas e técnicas utilizadas para a construção dos diagramas de rede das atividades do projeto assumem grande importância, pois permitem estabelecer e revisar o cronograma do projeto, permitindo ainda analisar o seu desempenho ao longo do ciclo de vida. Estas ferramentas e técnicas serão discutidas em detalhe no desenvolvimento do modelo.

2.9.4. Gerência do Custo do Projeto

A Gerência do Custo do Projeto compreende os processos requeridos para garantir que o projeto será completado dentro de um orçamento aprovado. O custo consiste dos recursos necessários para obter um objetivo ou um produto a ser dado em troca. Os custos são medidos em unidades monetárias. Os processos principais são os seguintes:

- Planejamento de Recursos: consiste em determinar quais recursos (pessoas, equipamentos, materiais) e que quantidade serão usados para executar as atividades do projeto;
- Estimativa dos Custos: consiste em desenvolver uma estimativa dos custos necessários para completar o projeto;
- Orçamentação dos Custos: consiste na alocação dos custos globais estimados para os itens individuais, a fim de estabelecer a linha de base do projeto e poder medir o desempenho ao longo da sua execução. A linha de base do custo do projeto representa o orçamento aprovado que servirá de referência para avaliação da evolução e desempenho do projeto ao longo da sua vida;
- Controle dos Custos: consiste em controlar as mudanças no orçamento do projeto.

2.9.5. Gerência da Qualidade do Projeto

A Gerência da Qualidade do Projeto inclui os processos requeridos para garantir que o projeto irá satisfazer os requisitos para os quais foi empreendido. Compreende todas as atividades de gerência geral que determinam as políticas de qualidade, objetivos e responsabilidades e para a implementação destes, por meio de planejamento da qualidade, controle da qualidade, garantia da qualidade e melhoria da qualidade, dentro do sistema da qualidade. Os processos principais são os seguintes:

- Planejamento da Qualidade: identificar quais os padrões de qualidade são relevantes para o projeto e determinar a forma de satisfazê-los;
- Garantia da Qualidade: avaliar periodicamente o desempenho geral do projeto buscando assegurar a satisfação dos padrões relevantes de qualidade; e
- Controle da Qualidade: monitorar os resultados específicos do projeto para determinar se eles estão de acordo com os padrões de qualidade relevantes e identificar as formas para eliminar as causas de desempenhos insatisfatórios.

2.9.6. Gerência dos Recursos Humanos do Projeto

A Gerência dos Recursos Humanos do Projeto inclui os processos requeridos para possibilitar o uso mais efetivo das pessoas envolvidas com o projeto. Isto inclui todas as partes interessadas do projeto – patrocinadores, clientes , contribuintes individuais e descritos na Seção 2.7. Os processos principais são os seguintes:

- Planejamento Organizacional: identificar, documentar e designar as funções, responsabilidades e relacionamentos de prestação de contas dentro do projeto;
- Montagem da Equipe: conseguir que os recursos humanos necessários sejam designados e alocados ao projeto; e
- Desenvolvimento da Equipe: desenvolver habilidades individuais e do grupo para aumentar o desempenho do projeto.

2.9.7. Gerência das Comunicações do Projeto

A Gerência das Comunicações do Projeto inclui os processos requeridos para garantir a elaboração adequada e tempestiva, a coleta, a distribuição, o armazenamento e o

controle das informações do projeto. É elemento essencial para integração e coordenação do projeto. Os processos principais são os seguintes:

- Planejamento das Comunicações: determinar as informações e comunicações necessárias para as partes interessadas, estabelecendo quem necessita de qual informação, quando e em qual periodicidade esta informação deve ser emitida e em qual formato;
- Distribuição das Informações: disponibilizar as informações necessárias para as partes interessadas do projeto considerando a maneira mais conveniente;
- Relato de Desempenho: coletar e disseminar as informações de desempenho na forma de relatórios de situação, medição de progresso e previsões; e
- Encerramento Administrativo: gerar, reunir e disseminar informações para formalizar a conclusão de uma fase ou do projeto como um todo.

2.9.8. Gerência dos Riscos do Projeto

A Gerência dos Riscos do Projeto compreende os processos envolvidos na identificação, análise e respostas aos riscos do projeto. A meta da gerência dos riscos do projeto é minimizar os riscos potenciais ao mesmo tempo em que as oportunidades potenciais são maximizadas. Os processos principais são os seguintes (Senne Jr., 2003):

- Identificação dos Riscos: determinar quais riscos são mais prováveis de afetar o projeto e documentar as características de cada um;
- Quantificação dos Riscos: avaliar os riscos para verificar as possíveis conseqüências no projeto;
- Desenvolvimento das Respostas aos Riscos: tomar medidas para aumentar as oportunidades e desenvolver respostas às ameaças; e
- Controle das Respostas aos Riscos: responder às mudanças nos riscos no decorrer do projeto.

As fontes de riscos, a identificação dos riscos, quantificação dos riscos e estratégias gerais para mitigação dos riscos serão discutidas no desenvolvimento do modelo.

2.9.9. Gerência das Aquisições do Projeto

A Gerência das Aquisições do Projeto compreende os processos necessários à obtenção de bens e serviços externos à organização executora, referidos de maneira geral como produtos. Os processos principais:

- Planejamento das Aquisições: determinar o que e quando contratar;
- Preparação das Aquisições: documentar os requisitos do produto e identificar os fornecedores potenciais;
- Obtenção de Propostas: obter propostas de fornecedores utilizando o instrumento administrativo mais adequado, com base em critérios de custo e complexidade (cotação de preço, carta-convite, licitação);
- Seleção de Fornecedores: escolher entre os possíveis fornecedores;
- Administração de Contratos: gerenciar o relacionamento com os fornecedores;
e
- Encerramento do Contrato: completar ou liquidar o contrato incluindo a resolução de qualquer item pendente.

2.10. Fatores Críticos de Sucesso na Gerência de Projetos

Uma parcela considerável da pesquisa em gerência de projetos, particularmente na América do Norte, é baseada na idéia de fatores críticos de sucesso. Esta abordagem busca sistematicamente determinar um conjunto de fatores genéricos que são críticos para o sucesso de projetos. A lógica destas pesquisas baseia-se no fato empírico de que um grande número de projetos falha em atingir os seus objetivos e na crença de que a identificação de fatores genéricos facilitarão o processo de implementação do projeto (Pinto & Prescott, apud Sönderlund, 2002).

Apresenta-se a seguir o modelo proposto por Pinto & Slevin (Pinto & Slevin, 1988), que identifica 10 fatores críticos de sucesso e os classifica entre fatores estratégicos e táticos. Descreve a forma de utilizá-los para uma implantação bem sucedida do projeto.

Modelo Proposto por Pinto & Slevin

Segundo esses autores, um projeto é considerado geralmente bem sucedido quando é concluído no cronograma (critério de tempo), dentro do orçamento (critério monetário), atingindo as metas originalmente estabelecidas (critério de efetividade) e aceito e posto em uso pelo cliente ao qual se destina (critério de satisfação do cliente).

Este modelo foi construído com base em informações coletadas de 50 gerentes de projeto que tinham atuado como líderes em projetos implementados com sucesso. Foi-lhes solicitado que indicassem que coisas poderiam ser feitas e que substancialmente ajudariam no sucesso da implementação de um projeto.

Os fatores identificados estão descritos abaixo:

1. Propósito do Projeto: Propósito e metas claramente definidas desde o início;
2. Apoio da Alta Administração: Disposição da alta administração de fornecer os recursos necessários;
3. Plano e Cronograma do Projeto: Especificação detalhada de todas as ações necessárias à implementação do projeto;
4. Consulta ao Cliente: Comunicação, consulta e disposição de ouvir ativamente todas as partes impactadas;
5. Pessoal: Recrutamento, seleção e treinamento do pessoal necessário para compor a equipe do projeto;
6. Tarefas Técnicas: Disponibilidade da tecnologia necessária e conhecimento técnico para o cumprimento das atividades técnicas especificadas;
7. Aceitação pelo Cliente: Ato de finalizar o projeto pela aceitação do usuário final;
8. Monitoração: Provimento de informação dos parâmetros de controle do projeto, de forma abrangente e no tempo adequado, de cada estágio do processo de implantação;
9. Comunicação: Provimento de rede de distribuição da informação a todas partes interessadas no projeto; e

10. Administração de Conflitos: Habilidade em lidar com crises inesperadas e desvios do plano.

Apresenta-se na Figura 2.17, a estrutura do modelo de implementação de um projeto, que segundo os autores, apresenta as seguintes características:

- Os fatores são interdependentes e possuem uma seqüência lógica (tempo / ocorrência). Os autores chamam a atenção que na prática pode haver inversões nesta ordem, já que a seqüência sugerida não é absoluta;
- Os fatores para implementação de um projeto podem ser dispostos, sob o aspecto temporal, no caminho crítico do projeto.
- O modelo permite ao gerente uma interação ativa e uma monitoração sistemática do seu projeto. A seqüência de implementação de um projeto é uma consideração importante, pois o conjunto e a seqüência de passos provêm o gerente de uma lista de verificação para a determinação da situação do projeto em qualquer estágio. Esta monitoração proporciona ao gerente determinar onde o projeto se encontra em termos do seu ciclo de vida e a sua situação de progresso. Mais adiante, o gerente tem condição de determinar as chances de implementação bem sucedida, pela atenção que foi dada à seqüência correta dos passos e pela consideração dos fatores críticos relevantes de sucesso no processo de implementação.

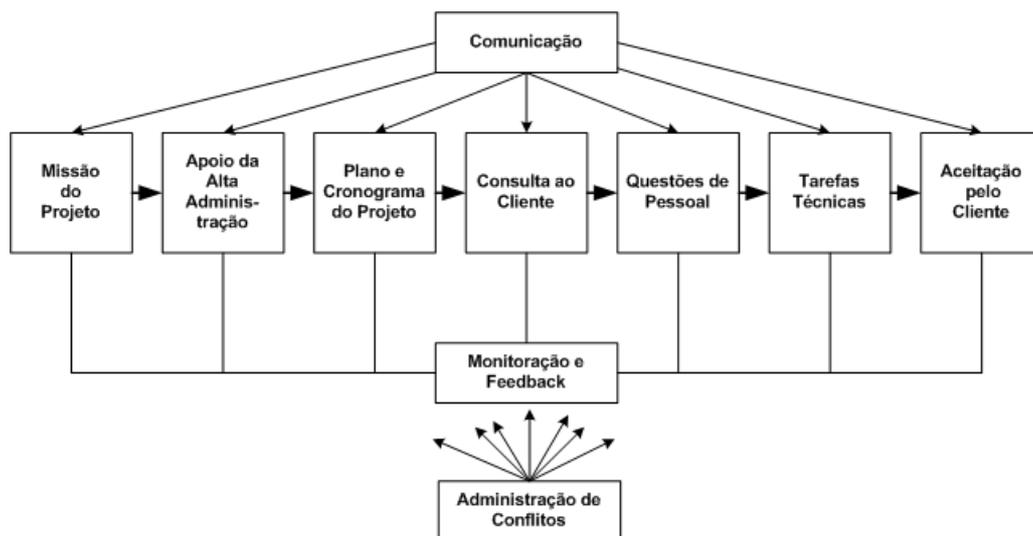


Figura 2.17 – Os Dez Fatores Críticos na Implementação de um Projeto (Adaptado de Pinto & Slevin, 1988)

Os autores classificaram os dez fatores críticos em estratégicos e táticos (veja o Quadro 2.6). Os fatores estratégicos são aqueles relacionados à fase inicial do planejamento, ao passo que os táticos estão relacionados à operacionalização do projeto, no processo real de implementação.

A estratégia é frequentemente vista como o processo de decidir os objetivos gerais da organização e planejar como atingir estas metas. Táticas são vistas como a colocação em prática de grande variedade de recursos humanos, técnicos e financeiros para atingir os planos estratégicos. Estratégia tem a ver com o planejamento, enquanto que as táticas são especificamente focadas em como melhor operacionalizar para o atingir esses planos.

Quadro 2.6 – Fatores Críticos de Sucesso Estratégicos e Táticos	
Estratégicos	Táticos
Missão do projeto Apoio da Alta Administração Plano e Cronograma do Projeto	Consulta ao Cliente Questões de Pessoal Tarefas Técnicas Aceitação pelo Cliente Monitoração Comunicação Administração de Conflitos

Adaptado de Pinto & Slevin, 1988.

Apresenta-se na Figura 2.18 quatro possíveis combinações de desempenho entre atividades estratégicas e táticas. Os valores “alto” e “baixo” na Figura 2.18, significam a qualidade das atividades estratégicas e táticas, isto é, a efetividade do desempenho das operações sob cada um desses pontos de vista.

	Alto	Foco na Gerência	Sucesso
Eficácia no Tático		2	1
	Baixo	Fracasso	Foco na Estratégia
		Baixo	Alto
		Eficácia na Estratégia	

Figura 2.18 – Matriz de Efetividade Estratégico / Tático (Adaptado de Pinto & Slevin, 1988)

Quadrante 1: Estratégico Alto - Tático Alto

O quadrante 1 mostra aqueles projetos altamente eficazes tanto na estratégia (planejamento) como no aspecto tático (operacionalização) no seu processo de implementação. Neste quadrante estão os projetos com alta frequência de implementação com sucesso.

Quadrante 3 – Estratégico Baixo - Tático Baixo.

Reciprocamente ao primeiro quadrante, o terceiro quadrante consiste de uma situação na qual tanto as funções estratégicas quanto as táticas foram executadas de forma inadequada. Neste quadrante encontram-se os projetos com alta probabilidade de fracasso.

Quadrante 4: Estratégico Alto - Tático Baixo

O quadrante quatro refere-se a projetos no qual a função estratégica foi realizada com eficácia, mas as táticas subsequentes foram implementadas de forma ineficaz. Nos projetos situados neste quadrante, existe alta probabilidade de não serem tomadas ações táticas necessárias para efetivar uma estratégia, ou por outro lado, de que sejam tomadas ações em um grau inadequado para o seu desenvolvimento. Também pode ocorrer que sejam tomadas as ações que resolvam determinado problema, mas que, subsequentemente, revelem-se como inadequadas às necessidades reais do cliente para o qual o projeto está sendo executado. Os projetos desse quadrante exibem forte tendência a “erros de falta de

ação” que incluem falhas de consulta ao cliente e na “venda” final do projeto, fazendo com que o seu resultado (produto) não venha a ser utilizado pelo cliente.

Quadrante 2: Estratégico Baixo – Tático Alto

Este caso é o reverso do caso anterior. Nesta alternativa, o planejamento é desenvolvido de forma inadequada e a operacionalização é eficazmente gerenciada. Nos projetos deste quadrante são esperados “erros de ação”. Em virtude da estratégia pobre, o projeto pode ser inicialmente desenvolvido e passar para sua implementação sem uma idéia clara do seu propósito. De fato, o projeto pode ser até mesmo desnecessário à organização. Entretanto, o aspecto tático é tão eficaz que faz com que este projeto não necessário seja implementado.

Nas fases de concepção e planejamento da implementação dos projetos, o foco maior deve ser nas atividades estratégicas, ou seja, aplicar o tempo necessário para definir claramente o escopo e a necessidade do projeto, garantir apoio e recursos e estabelecer o plano e o cronograma de forma eficaz.

Nas fases de execução/controle e fechamento do projeto, as atividades táticas devem aumentar gradativamente de intensidade até que o produto final seja entregue e assegurado o seu uso pelo cliente, mas nunca se sobrepondo às atividades estratégicas que devem nortear o rumo do projeto durante o seu ciclo de vida.

2.11. Softwares Relacionados

Softwares de Gerência de Projetos para uso em computadores pessoais estão disponíveis em diferentes níveis de sofisticação e preço. Os pacotes de Gerência de Projeto mais sofisticados, além de custarem mais, requerem um substancial investimento em aprendizado. Decidir-se pela categoria que melhor se enquadra à aplicação pretendida é uma decisão fundamental a ser tomada antes da aquisição do *software*. As três categorias a seguir descrevem os *softwares* de Gerência de Projetos disponíveis no mercado.

2.11.1. Softwares para Multiprojetos

O uso de um produto avançado por uma organização não é decidido apenas pelo tamanho dos seus projetos, mas também pela sua necessidade de gerir múltiplos projetos simultaneamente. Estas organizações querem programar e acompanhar um conjunto de pessoas trabalhando em múltiplos projetos. Esta categoria de usuário quer também criar

orçamentos detalhados dos projetos, de tal forma que o *software* de gerenciamento reproduza, tão próximo quanto possível, os sistemas administrativos e contábeis da organização.

Os preços de *softwares* para usuários que trabalham com multiprojetos variam entre faixas que iniciam em US\$ 2,000.00 e ultrapassam os US\$ 10,000.00. Requerem um grande investimento em tempo para dominar todas as suas características. O custo indicado é apenas o do *software*, adicionando-se a este valor, o custo de consultoria para treinamento e para a sua adaptação ao sistema de administração da empresa que equivale, em muitas situações, a um investimento muitas vezes maior que o valor do *software*. Existe uma grande variedade de produtos nesta categoria, incluindo: o Primavera Teamplay, Artemis Views, Cobra, Enterprise PM e outros.

Primavera Software. O Primavera Teamplay é um *software* que possui uma estrutura que combina um ambiente multiusuário, multiprojetos com as funcionalidades de gerenciamento de recursos e tarefas. O *software* TeamPlay permite a organização hierárquica dos projetos; possui um poderoso gerenciador de uso de recursos, funções e qualificações; gráficos de Gantt, PERT e histograma de recursos customizáveis; e utilização de campos definidos pelo usuário. Todas estas funcionalidades estão integradas no TeamPlay, criando um ambiente colaborativo para todos os participantes do projeto. Com o TeamPlay todas as informações dos diversos projetos da corporação residem no mesmo banco de dados, portanto cada gerente de portfólio pode analisar seus projetos e verificar custos, marcos importantes e resultados. Disponível em: <http://www.primavera.com>.

2.11.2. Softwares para Projetos de Médio Porte

Estes *softwares* são aplicáveis a projetos com até 2.000 tarefas. Podem ser utilizados para mais de um projeto, mas não se trata de *software* para gerência de multiprojetos. Os valores para estes *softwares* situam-se entre US\$ 200,00 e US\$ 500,00. Eles possuem um conjunto completo de ferramentas para instalação e execução em PC. Estes pacotes de *softwares* oferecem grande variedade de possibilidades de planejamento, programação e ferramentas de monitoramento, bem como uma quantidade razoável de opções de relatórios.

Microsoft Project®. O Microsoft Project® é o *software* mais vendido nesta categoria, constituindo-se numa poderosa ferramenta de planejamento, gerência e

comunicação das informações do projeto. Ele é desenhado para quem supervisiona uma equipe, planeja orçamento, constrói cronogramas e têm prazos a cumprir. Disponível em: <http://www.microsoft.com>.

2.11.3. Softwares para Visualizações

Esta categoria é indicada para os gerentes de projeto que querem somente automatizar o processo de representação gráfica dos seus planejamentos e ocasionalmente preparar relatórios de *status* e produzir alguns diagramas Gantt e PERT. Nesta categoria é possível adquirir uma grande variedade de softwares por valores abaixo de US\$ 100.00, os quais demandam pouco tempo para domínio e utilização. Exemplos desta categoria são: Milestone Simplicity, Project Vision e Quick Gantt.

2.12. Revisão Bibliográfica das Técnicas de Gestão da Inovação e sua Aplicação na Geração de Projetos

O Manual Frascati (OECD, 1994) considera a inovação científica e tecnológica como a transformação de uma idéia em um produto novo ou melhorado que se introduz no mercado, ou em novos sistemas de produção, e em sua difusão, comercialização e utilização, ou uma nova abordagem para um serviço social. Considera também por inovação, a melhoria substancial de produtos ou processos existentes.

O processo de inovação é a integração de conhecimentos novos e de outros já existentes para criar produtos, processos, sistemas ou serviços novos e melhorados (Sáenz e García Capote, 2002).

Ao longo dos anos, as grandes corporações criaram uma série de metodologias chamadas de técnicas de gestão da inovação, com o objetivo de responder aos problemas de inovação de uma forma sistemática (CORDIS, 2000).

Nos países em desenvolvimento, vêm crescendo a compreensão de que a pesquisa científica, a engenharia, a produção de bens e serviços e a comercialização, entre outros aspectos, se entrelaçam cada vez mais estreitamente, nos processos complexos, sistêmicos e interativos da inovação tecnológica e da gestão (Sáenz e García Capote, 2002).

A União Européia lançou, em 1996, uma série de projetos para promover as técnicas de gestão da inovação em pequenas e médias empresas — PMEs, que surgiram

como resultado de pesquisas realizadas no *Fourth Framework Programme – FP4* (European Commission, 2001). Nesta iniciativa, as técnicas de gestão da inovação foram consideradas como abordagens metodológicas para melhorar a posição competitiva das empresas por meio da inovação. Essas técnicas foram aplicadas em PMEs de várias regiões da Europa.

Para validar a aplicação dessas técnicas, elas foram testadas e avaliadas por consultores independentes. Os resultados da aplicação dessas técnicas atestam a evolução dos indicadores dessas empresas em diferentes países, numa grande diversidade de regiões e setores de negócios, vários deles comparáveis à realidade brasileira (Commission of the European Communities, 2002).

As técnicas de gestão identificadas e selecionadas pelos projetos da União Européia, julgadas como adequadas para uso nas PMEs, foram classificadas em três categorias (Erdyn Consultants, 1999).

- **Geral:** diagnóstico do perfil de inovação;
- **Olhando para dentro:** gerência de projetos, análise do valor, técnicas de *design*, reengenharia;
- **Olhando para fora:** *benchmarking*, marketing da inovação, vigilância tecnológica;
- **Olhando para frente:** ferramentas de criatividade, gestão da qualidade.

Projetos mais recentes incluíram outras técnicas a este grupo (URENIO, 2001).

A seleção das técnicas apresentadas a seguir baseia-se na constatação da sua aplicação bem sucedida no âmbito de inúmeros projetos da União Européia e na consideração de serem potencialmente aplicáveis no ambiente das ICT. Para compreensão da utilização dessas técnicas no escopo desse trabalho, é importante situar os diferentes contextos para os quais as atividades de geração, avaliação e seleção de projetos estão sendo consideradas.

1. Priorização de Projetos: situação em que existem projetos definidos e que devem ter sua execução priorizada, em função da disponibilidade de recursos e da sua aderência com os objetivos estratégicos da organização;

2. Geração de Projetos: situação em que soluções devem ser propostas para o atendimento de uma necessidade ou oportunidade. Pode se tratar do desenvolvimento de um novo produto ou processo, ou a reformulação de um produto ou processo existente;
3. Estudo de Alternativas: um estudo de alternativa é uma ferramenta usada para selecionar uma alternativa preferida entre duas ou mais opções disponíveis para atender uma determinada necessidade ou oportunidade. Englobam análises ou funções e são direcionadas para otimizar o desempenho, confiabilidade, qualidade, segurança, custo e ciclo de vida de produtos ou atividades.

O presente estudo não aborda o aspecto da priorização de projetos, uma vez que esta atividade depende dos objetivos estratégicos de cada organização. Para uma indicação do processo de priorização de projetos, veja descrição do gerenciamento de portfólio na Seção 2.6.

Apresenta-se a seguir a descrição de técnicas de gestão da inovação consideradas passíveis de aplicação nas ICT. Um conjunto destas técnicas foi selecionado para a construção do modelo de inovação descrito na Fase 0 – Geração de Projetos (veja Capítulo 3).

2.13. Técnicas de Coleta de Informações para Produtos Existentes e de Prospecção para o Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos

As técnicas de coleta e prospecção, descritas a seguir, apresentam uma visão geral desses processos cuja aplicação deverá ser ajustada de acordo com a realidade e as necessidades de cada organização.

2.13.1. Coleta de Informações para Reformulação de Produtos e Processos Existentes

Para entender adequadamente a função de um produto existente, as pessoas designadas para a sua reformulação, devem testá-lo ou experimentá-lo. Este estágio é importante tanto para que esse grupo de pessoas possa atuar como uma equipe, quanto para criar um entendimento comum (incluindo uma linguagem comum) em relação aos diferentes componentes do produto sob estudo. Este é o primeiro estágio da análise funcional e fornece uma visão geral do produto para os profissionais envolvidos. É

essencial que a equipe designada invista tempo para ganhar entendimento sobre o produto e como ele se desenvolve ao longo dos processos de fabricação, de tal forma que esta informação fornecerá uma estrutura sobre quais análises subseqüentes serão necessárias para construir e refinar os detalhes da funcionalidade e dos custos do produto. Neste estágio essa equipe deverá coletar as informações básicas sobre o produto em estudo, sendo de grande auxílio que esse grupo colete e exponha os seguintes itens (Rich & Holweg, 2000):

- **Uma montagem completa do produto.** O produto acabado é colocado em uma mesa para permitir que a equipe o estude. É comum que a equipe utilize etiquetas no processo de entendimento, para identificar e destacar (e fornecer um nome correto para) aos elementos do produto. Desta forma, as partes funcionais do produto podem ser identificadas e usadas como uma referência para a equipe. Para ilustrar esse processo, a identificação dos elementos chave de um misturador em V, utilizado para P&D na indústria farmacêutica para a homogeneização de pós e granulados secos, pode destacar a câmara de mistura, o sistema de proteção, o painel elétrico e de controle etc.;
- **Subconjuntos do produto.** O produto acabado permite à equipe um conhecimento limitado sendo, portanto, desejável analisar os seus subconjuntos. No caso do misturador em V, isto pode incluir o sistema de acionamento, contendo o inversor eletrônico, motor e redutor. Novamente, esses itens são expostos e identificados com os seus nomes corretos;
- **Partes do produto montadas em um quadro.** Para cada subconjunto a equipe deve construir uma lista de materiais na forma de árvore. Da mesma maneira como feito anteriormente, o produto será desmontado, separado e identificado. No caso da câmara de mistura, o corpo principal, as tampas para entrada do produto, e a válvula de descarga;
- **Exemplos de matérias-primas** tais como polímeros, chapas de aço, perfis de alumínio e coisas do tipo;
- **Exemplos de sucata produzida nos vários estágios** do processo de manufatura. Esses itens fornecem valiosas indicações a respeito das causas de desperdício e custos encobertos devido ao projeto e a operações deficientes;

- **Produtos dos competidores.** Esses produtos devem ser expostos para que a equipe revise e compare os sistemas dos rivais com os sistemas que são utilizados no produto em foco. Desta forma, o sistema de acionamento pode ser comparado com o sistema do produto rival. Idealmente, o produto competidor deve ser exposto da mesma maneira (o produto final, subconjuntos e partes), como o produto sob estudo foi preparado.

Obviamente, a coleta desses materiais de suporte é grandemente melhorada quando a equipe é colocada em uma área onde esses itens possam ser expostos e examinados adequadamente. Empresas de países com tradição neste processo instalam a equipe em área próxima ao processo de produção, que fica totalmente exposta aos trabalhadores que passam por ela. Isto garante o interesse e tende a encorajar comentários dos trabalhadores da linha de produção sobre idéias inovadoras e problemas que eles experimentam com certos subconjuntos e partes. Adicionalmente, permite a condução de reuniões com os empregados em um local que não criará distúrbio no dia de trabalho normal das pessoas envolvidas no processo de reformulação do produto. A natureza visível da equipe de reformulação e das suas atividades é uma boa forma de promover a iniciativa e serve como um bom dispositivo de comunicação.

Adicionalmente aos requisitos do produto físico neste estágio inicial de coleta, é também válido coletar o máximo possível de documentos. Os itens a seguir são documentos úteis que servem como referência:

- **Resumo do projeto original.** Este item serve para especificar e fornecer um sumário dos critérios de projeto do produto e permite acompanhar o contexto histórico de decisões relativas ao produto;
- **Desenhos de corte.** Esta forma de documentos diagramáticos e pictóricos são úteis, pois eles podem servir como auxílio para o entendimento físico do produto sob revisão;
- **Informações de custos coletadas no departamento de administração** são úteis e revelam como os custos são teoricamente acumulados na aquisição de materiais, fabricação e outras fontes. Esta é uma boa referência e *benchmark* que permite a melhoria das atividades a serem quantificadas quanto ao custo e justificadas;

- **Especificações de compra incluindo detalhes do fornecedor.** Estes dados são fornecidos pelo Departamento de Compras, e formam uma lista de critérios chave e especificação de materiais e partes usados no processo de fabricação.
- **Esquema do processo de manufatura.** Um diagrama, mapeando as informações do processo de manufatura é útil, pois permite que a equipe entenda o movimento dos materiais através da fábrica. Este diagrama permite também notas a serem acrescentadas ao diagrama (frequentemente na forma de adesivos para identificar as áreas críticas, gargalos e processos com qualidade deficiente);
- **Diagramas de perda de qualidade na fabricação.** Estes diagramas operacionais revelam as fontes e frequências de perda e a acumulação de custos adicionais no processo de conversão. Estes diagramas podem também incluir mapas de solução de problemas usados pela equipe na área, para destacar as causas chave de defeitos e a quantificação do número de produtos defeituosos.

Este primeiro estágio é o do desenvolvimento da equipe e da coleta de dados e a equipe deve investir uma quantidade de tempo adequada para gerar o conjunto básico de informações requerido. Deve-se notar que muitas empresas terão a informação necessária para a equipe, mas não necessariamente no lugar e no formato requerido pela equipe. É importante que esta informação seja coletada e armazenada de forma centralizada, pois estes documentos constituem-se em referência vital e formarão parte do relatório de encerramento do projeto.

Técnicas úteis utilizadas para este estágio de coleta e preparação são:

- Brainstorming da equipe com relação aos requisitos do projeto, caminhos críticos, perdas em cada estágio do processo, desde o desenho até o cliente (SIMS, 2002);
- Análise de causa e efeito: é uma ferramenta para analisar a dispersão do processo. É também denominada de Diagrama de Ishikawa ou diagrama de espinha de peixe, por ter a forma de um esqueleto de peixe. O diagrama ilustra as causas principais e subcausas para um efeito (sintoma). Esta é uma forma bastante eficaz de coletar informações com respeito à falhas de um produto no processo de manufatura pela segregação das falhas em temas distintos tais

como: materiais, métodos, mão-de-obra, meio ambiente etc. (Rich & Holweg, 2000);

- Diagrama de Pareto ou de barras para análise de problemas e defeitos no processo de produção;
- Análise do Modo e Efeito de Falhas – Failure Mode and Effects Analysis – FMEA: é um procedimento no qual cada modo de falha potencial, em cada subitem de um item, é analisado para determinar seu efeito nos outros subitens e na função requerida do item. Esta abordagem é uma maneira de identificar as fontes e frequência de falhas a fim de prevenir áreas de fraquezas no projeto do produto (Rich & Holweg, 2000).
- Mapa de Processo: é o desenvolvimento de diagrama que mostra os processos e os custos a cada estágio para demonstrar os pontos no processo de fabricação que geram maiores custos. O mapeamento de processo é uma análise passo a passo do processo do produto desde do seu desenho até o cliente. A cada estágio do processo, a equipe registra a atividade, sua duração, o número de pessoas envolvidas e quaisquer comentários relacionados ao processo (especialmente custos ou defeitos neste estágio). Em cada estágio é listado como o processo ocorre e o diagrama fornece um bom meio para analisar as informações do produto físico na medida em que ele evolui. Um diagrama completo também permite que a equipe identifique estágios que podem ser eliminados, ter sua duração reduzida, ou aqueles que causam a maior porção de problemas. O propósito é, portanto, entender o processo e dinamizá-lo. Este diagrama também permite estabelecer um procedimento padrão para controlar o processo no futuro (Zigiaris, 2000).
- Revisar as reclamações dos clientes analisando-as de forma conjunta com diagrama de causa e efeito e diagramas de Pareto;
- Informação de *benchmarking* onde for disponível.

2.13.2. Técnicas de Prospecção para o Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos

As empresas europeias perdem cerca 20 bilhões de dólares americanos por ano em inovações e inventos que já foram patenteados. Muitas empresas, na Europa, nos EUA e em outros países empreendem programas de pesquisa para tentar criar produtos novos que possam ser patenteados. Investem recursos financeiros e despendem tempo e esforços. Quando resolvem patentear, freqüentemente são surpreendidas com a resposta que tais produtos já existem. Isto representa muitas perdas, pois as empresas repetem um trabalho que com um bom sistema de vigilância de documentação não iriam repetir (Castells, 2001).

No Japão, onde a cultura de vigilância tecnológica está bastante disseminada, para produzir um novo produto ou iniciar um novo projeto de pesquisa, geralmente a etapa inicial é a vigilância tecnológica e comercial. Ter um projeto e pretender levá-lo adiante, implica descobrir antes: O que já foi feito? Que fizeram os concorrentes? Que documentação existe? Que artigos existem? Que patentes existem? Os japoneses possuem um processo disciplinado cuja primeira fase é a de vigilância tecnológica e comercial. Depois assimilam as tecnologias que se encontram desenvolvidas para criar e melhorar o produto novo comercializando-o finalmente.

O uso, a administração e o fornecimento de pesquisas de informações desempenham um importante papel no desenvolvimento das organizações e nas ações de inovação para as empresas. Este conjunto de dados permite que se tenha informações nacionais e internacionais úteis a respeito dos concorrentes, fornecedores, mercados e inovações tecnológicas. Por meio destas informações, as empresas conectam-se com as necessidades dos clientes e com novas tecnologias, o que auxilia na implementação de ações de inovação no mercado com uma baixa taxa de risco.

Este processo é chamado de *Inteligência Competitiva*, entendido como um processo voluntário e coletivo com o qual as empresas trabalham as informações de uma maneira ativa. Estas informações são utilizadas para que as empresas se antecipem às mudanças socioeconômicas da sociedade e criem oportunidades e ações de negócios. O tratamento, a análise e a validação das informações permitem adotar melhores decisões sobre como conduzir a pesquisa e o desenvolvimento de projetos e investimentos e

desenhar estratégias. Tudo isto é necessário para obter resultados consistentes e continuados que se apóiam em decisões e atividades (LEIA, 2000).

A Inteligência Competitiva é um processo proativo que conduz à melhor tomada de decisões, seja ela estratégica ou operacional. É um processo sistemático que visa descobrir as forças que regem os negócios, reduzir risco e conduzir o tomador de decisão a agir antecipadamente, bem como proteger o conhecimento gerado (ABRAIC, 2003).

As grandes empresas possuem ferramentas baseadas nesta técnica, por esta razão elas passam à frente das outras empresas, pois elas têm uma idéia antecipada das necessidades do mercado e estão mais bem-preparadas que a sua concorrência.

O objetivo maior desta técnica é colocar a empresa à frente das mudanças socioeconômicas, por meio da obtenção das informações que lhe permitirão criar ações e oportunidades de negócios.

Os objetivos específicos da Inteligência Competitiva são (Castells, 2001):

- Conhecer quais as tecnologias e produtos estão sendo desenvolvidos. Quais as linhas de pesquisa, com que ferramentas e infra-estrutura, o que se publica e o que se patenteia. Diferenciando quais são as tecnologias emergentes daquelas que se tornam ultrapassadas por outras;
- Conhecer o que fazem os competidores, o que pesquisam, onde patenteiam, aonde vão;
- Conhecer as empresas que dominam uma determinada tecnologia. Saber quem é o líder, o instituto, a universidade ou a empresa que podem ser contactados para tentar conseguir tal vantagem;
- Avançar na qualidade dos serviços e melhorar a atenção ao cliente;
- Aumentar a capacidade competitiva por atividade desenvolvida;
- Obter processos e estruturas flexíveis, com mecanismos rápidos de adaptação às novas condições de mercado.

O trabalho da Inteligência Competitiva é feito utilizando as bases de dados existentes. As bases de dados são os artigos técnicos, tais como os que podem ser encontrados no *Science Citation Index*, na *Mediline* para a área de medicina, e na *Chemical*

Abstracts e na Compedex, para temas de engenharia. O mesmo procedimento é aplicado às patentes, para as quais existem boas bases de dados.

Nos últimos anos estas bases de dados e muitas outras informações interessantes passaram a estar disponíveis na Internet. A ênfase atual da técnica de Inteligência Competitiva é o desenvolvimento de ferramentas e metodologias que permitam consultas nesta mídia.

Registros de uma base de dados

Um registro de base de dados, por exemplo, um artigo, é um registro dividido em diversos campos. Em primeiro lugar existe o título do artigo que pode conter algumas palavras interessantes chamadas de “chaves”, as quais podem ser identificadas por um *software* adequado. Depois está o autor, a empresa na qual foi feito o experimento, o ano de publicação, a língua, o *abstract*, os descritores, que são as palavras-chave que figuram no *thesaurus* — o índice da base de dados — e os identificadores, que são palavras-chave que não figuram no *thesaurus* e que o autor do artigo considerou que eram interessantes para definir o seu conteúdo. Estas palavras, apesar de não estarem no *thesaurus*, figuram nesta base de dados. Também existem outros campos, como códigos de classificação etc.

Os registros das patentes possuem campos similares: o título da patente, a memória, o inventor, o titular, as reivindicações, a data de solicitação, a data de concessão etc. Existe uma série de campos que possuem a vantagem de serem tratados pela informática.

Recontar as palavras

Quando uma empresa procura um serviço de vigilância para saber o que está ocorrendo na sua área de atuação, a primeira tarefa a ser executada é verificar em que bases de dados esta informação pode ser obtida, quais os registros que tratam do tema e quais as patentes concedidas ou solicitadas. O resultado é uma informação bastante extensa que pode atingir cerca de 1.000 e 1.500 artigos e um igual número de patentes.

O que os especialistas fazem com isto? Basicamente duas coisas. A primeira é contar as palavras, a informação que aparece nos diversos campos. Por exemplo, podem ser contadas as palavras-chave dos títulos, dos autores, dos *abstracts*, dos descritores e dos identificadores. Com a recontagem são obtidas informações bastante interessantes, tais

como a comparação da recontagem das palavras-chave num período determinado em relação a períodos anteriores.

Que significa a ocorrência mais freqüente de palavras referentes a uma determinada tecnologia? Significa que se trabalha nestas tecnologias e se pesquisa a seu respeito, por meio de publicações e patentes. Assim, pode-se afirmar que são palavras que representam tecnologias que se desenvolvem e aumentam. Existem palavras cuja ocorrência é menor, ou seja, a tecnologia representada por elas é de menor interesse, visto que chegaram ao seu limite. Por isso, essa tecnologia deixa de ser pesquisada, publicada e, por conseguinte, patenteada. São palavras que estão em baixa. Portanto, a investigação das palavras-chave nos títulos dos artigos, nos *abstracts*, nos descritores e nos identificadores é interessante.

Co-ocorrência de palavras

A recontagem oferece muitas possibilidades, mas existe uma outra ferramenta bastante potente para saber o que ocorre em uma área, sobre o que é mais pesquisado, que linhas existem, do que falam as centenas de milhares de publicações e patentes que tratam desta área. Esta ferramenta é a co-ocorrência das palavras, conhecida em inglês como *co word analysis*. A co-ocorrência é mais complexa que a recontagem, pois informa quando duas palavras vão juntas, por exemplo, no título, no *abstract*, ou no número de descritores ou identificadores. Se aparecem juntas em muitas ocasiões, significa que existe uma relação entre estas palavras. Programas computacionais indicam com rapidez as co-ocorrências. Quando a co-ocorrência é elevada, nota-se que há proximidade e relação entre duas palavras. Se a co-ocorrência é baixa nota-se a falta de relação entre elas.

Mapas tecnológicos

De acordo com os critérios de proximidade ou distância, hoje em dia é possível representar um campo de atuação na forma de um gráfico. É assim que aparecem os mapas tecnológicos. Os mapas tecnológicos podem referir-se a temas amplos, tais como as aplicações de materiais específicos por grupos de tecnologias. Podem referir-se também a padrões de patenteamento, que indicam o que os competidores estão explorando no seu *portfólio* de projetos. Os mapas tecnológicos de subsetores industriais indicam os domínios tecnológicos de atuação das empresas e quem são os seus concorrentes.

Como já foi mencionado, criam-se as oportunidades de avanço e antecipação rápida das necessidades dos clientes com base no desenvolvimento de ferramentas e/ou metodologias de trabalho. O objetivo é obter uma grande fatia do mercado com altos lucros. No mercado existem ferramentas — softwares —, algumas experimentais e outras em uso corrente.

No Brasil, a Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva — ABRAIC — disponibiliza informações e orientações relativas a este tema.

Na Europa existem vários serviços estabelecidos:

CORDIS é um serviço de pesquisa e desenvolvimento de informações na Comunidade Européia. Este serviço está disponível no seu sítio na Internet <http://www.cordis.lu>. É um dos *web sites* mais interessantes sobre informações da Comunidade Européia, permitindo acesso a editais de convocações de programas de financiamento, busca em diferentes bancos de dados — parceiros, documentos, notícias, projetos, resultados etc.

Dentre os serviços oferecidos pelo sistema CORDIS, desenvolveu-se a ferramenta denominada *RAPIDUS* (veja <http://www.cordis.lu/guidance/email.htm>), que permite:

- *Salvar o perfil de pesquisa de banco de dados*: pode ser salvo em qualquer banco de dados consultado cuja finalidade é a de não ter que introduzir as mesmas informações para novas consultas;
- *Obter atualizações automáticas*: possibilita o recebimento automático de atualizações que correspondem ao seu perfil de busca. Estas atualizações serão enviadas sempre por correio eletrônico quando forem atualizadas na CORDIS;
- *Administrar a sua lista personalizada de arquivos de busca*: o número de arquivos de busca que podem ser salvos é limitado. O usuário estará habilitado a modificar e apagar sua lista de perfis, quando este julgar necessário.

A *Asociación Española de Normalización y Certificación* — AENOR — personalizou um serviço de atualizações de Normas e de Regulação Referencial para informar aos seus subscreventes sobre cada mudança em cada norma ou disposição legislativa, que tenha sido selecionada, incluindo: revogações, novas edições, revisões etc. e receber periodicamente o texto completo da documentação.

A corporação DIALOG/DATASTAR permite o acesso a mais de 500 bancos de dados de informações tecnológicas. Os mais relevantes são:

- MEDLINE;
- CA SEARCH: Chemical abstracts;
- DERWENT;
- DUN & BRADSTREET;
- ENVIROLINE.

Eles possuem um serviço de alerta que é capaz de manter uma pesquisa antiga no seu banco de dados e receber atualizações quinzenais ou mensais de novas referências sobre os seus termos da busca.

Com a introdução desta ferramenta numa empresa, são esperados os seguintes benefícios:

- Diminuição do volume de informação utilizado e aumento do conhecimento útil;
- Melhoria do investimento; exploração de alta percentagem de informações relevantes, de acordo com as necessidades;
- Auxílio às empresas para mudarem suas estratégias na direção dos produtos por meio de correta abordagem para os serviços;
- Diversificação de produtos e serviços;
- Qualidade total nos seus produtos e serviços;
- Aumento da velocidade das ações em situações de emergência;
- Busca de novos negócios, clientes e mercados;
- Identificação de novas linhas de pesquisa e desenvolvimento para a empresa.

Fornecedores das fontes de informação

Hoje em dia, a maioria das informações é obtida pela Internet, mas dentro desta rede de redes, é preciso analisar e estruturar bem quais os *Web sites* que serão usados.

Deve-se levar em conta a periodicidade com que as informações são atualizadas e também a confiabilidade dessas informações e do seu fornecedor.

Algumas das fontes mais importantes são as seguintes:

- Instituto Nacional da Propriedade Industrial — INPI: destaque para a base de dados BRASPAT, contendo referências bibliográficas, resumos, prioridades e situação legal de mais de 50.000 documentos de patentes e de desenho industrial publicados no Brasil a partir de 1992;
- Escritório de Patentes — Patent Offices: possui um banco de dados chamado esp@cenet que permite o acesso a todas as patentes européias por país e também às patentes mundiais. Possui mais de 30 milhões de documentos de mais de 50 países. Além disso, existem outros escritórios dos quais é possível acessar as patentes norte-americanas e japonesas. O acesso é gratuito, mas nem sempre os textos são completos;
- International Property Digital Library — IPLD; World International Property Organization — WIPO: referências bibliográficas, resumos e ilustrações de patentes publicados sob o Patent Cooperation Treaty — PCT — a partir de 1997;
- United States Patent & Trademark Office — USPTO: Base de dados de patentes americanas, incluindo: *Patents Grants*: texto completo de documentos a partir de 1790; *Patent Applications*: texto completo dos pedidos de patentes publicados a partir de 15 de março de 2001;
- DIALOG/DATASTAR: corporação que estabelece o acesso a mais de 500 bancos de dados de informações tecnológicas. A consulta pode ser feita em inglês e o acesso é por meio de assinatura;
- *CORDIS*: obtenção e estruturação de todas as informações relativas à pesquisa e desenvolvimento na Comunidade Européia. O acesso é rápido e fácil. A consulta pode ser feita em diferentes línguas e o acesso é gratuito;

Organismos Oficiais: as informações contidas nos *web sites* são confiáveis e há *links* com outras páginas de interesse internacional, nacional e regional;

- *Asociación Española de Normalización y Certificación — AENOR*: o acesso ao banco de dados *UNE standards* é gratuito;
- *BRITISH LYBRARY/CINDOC*: são duas das mais conhecidas instituições em dados bibliográficos e sumários de documentos. Permitem a solicitação de qualquer artigo.

Etapas de implementação

Na Figura 2.19, apresenta-se o procedimento de implementação desta técnica, que deve ser precedido por uma etapa de preparação, conforme descrito abaixo. Este procedimento foi desenvolvido para aplicação em PMEs da Europa e pode ser aplicado também às ICT do Brasil.

Etapa 0: Projeto de preparação e coordenação

Objetivos:

- Estabelecer veículos de mídia para atender ao projeto (tecnologia de informação – sistemas e software);
- Detectar os recursos humanos adequados;
- Explicar os detalhes do projeto, papéis e importância dos diferentes componentes que são incumbidos de desenvolver e iniciar o processo;
- Comunicar o objetivo a ser atingido, detectar novas oportunidades de mercado.

Ações a desenvolver:

- Explicar o nível de necessidade para se introduzir um sistema de coleta, seleção e inteligência de informação;
- Localizar o pessoal incumbido da introdução do sistema e informá-los dos seus compromissos;
- Alocar tarefas e dedicação ao pessoal responsável.

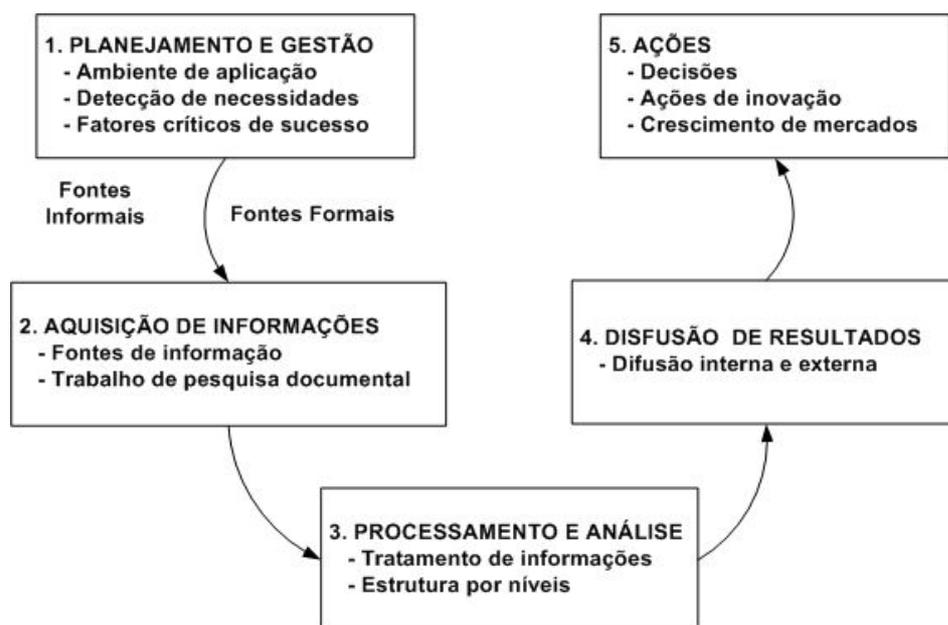


Figura 2.19 – Ciclo da Inteligência Competitiva – Etapas do Processo (LEIA, 2000)

Etapa 1: Planejamento e gestão

Objetivos:

- Selecionar o ambiente de Inteligência Competitiva de interesse para a empresa;
- Detectar as necessidades de informação para que a empresa as utilize como ferramenta de inovação;
- Detectar os fatores críticos de sucesso para a empresa.

Ações a desenvolver:

- Identificar as necessidades da empresa baseadas em uma análise interna;
- Selecionar o ambiente de interesse de atuação da empresa, dependendo das suas necessidades;
- Listar os fatores críticos de sucesso da empresa. Identificar o que a empresa sabe fazer e quais etapas podem ser avançadas mais facilmente.

Na Figura 2.20, estão indicados os principais elementos a serem considerados para a seleção do ambiente de interesse da Inteligência Competitiva.

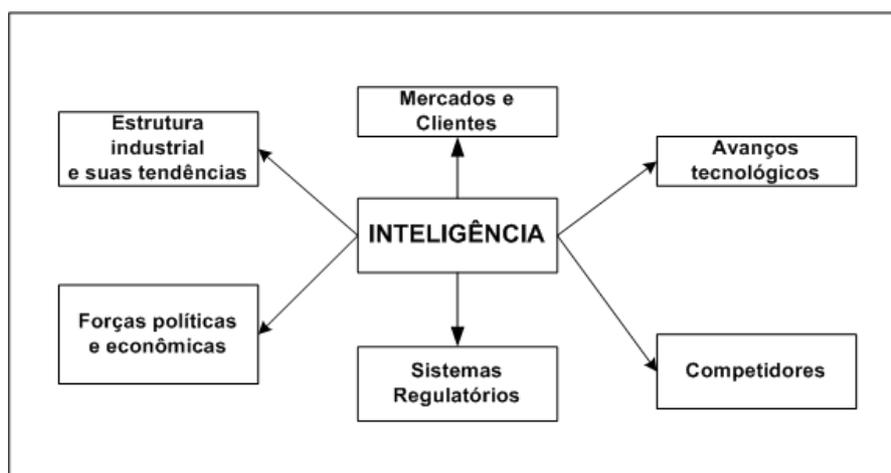


Figura 2.20 – Etapa 1 – Planejamento e Gestão (LEIA, 2000)

Etapa 2: Aquisição de informações

Objetivos:

- Detectar fontes de informação;
- Trabalhar na investigação de documentação.

Ações a desenvolver:

- Localizar fontes que contenham informações de alto interesse para a empresa e que possibilitem a obtenção não só de grandes quantidades de informações, mas também significativa antecipação na grade de novos produtos, tecnologias etc. A finalidade é melhorar a posição no mercado e aumentar os lucros;
- Obter as informações. Especialistas em documentação farão um trabalho de pesquisa de documentação, com base nas necessidades e fatores críticos detectados, visando obter informações de real interesse para a empresa;
- Validar as fontes de informação — % de credibilidade.

Na Figura 2.21, estão apresentadas as fontes de informação a serem utilizadas no processo de coleta.

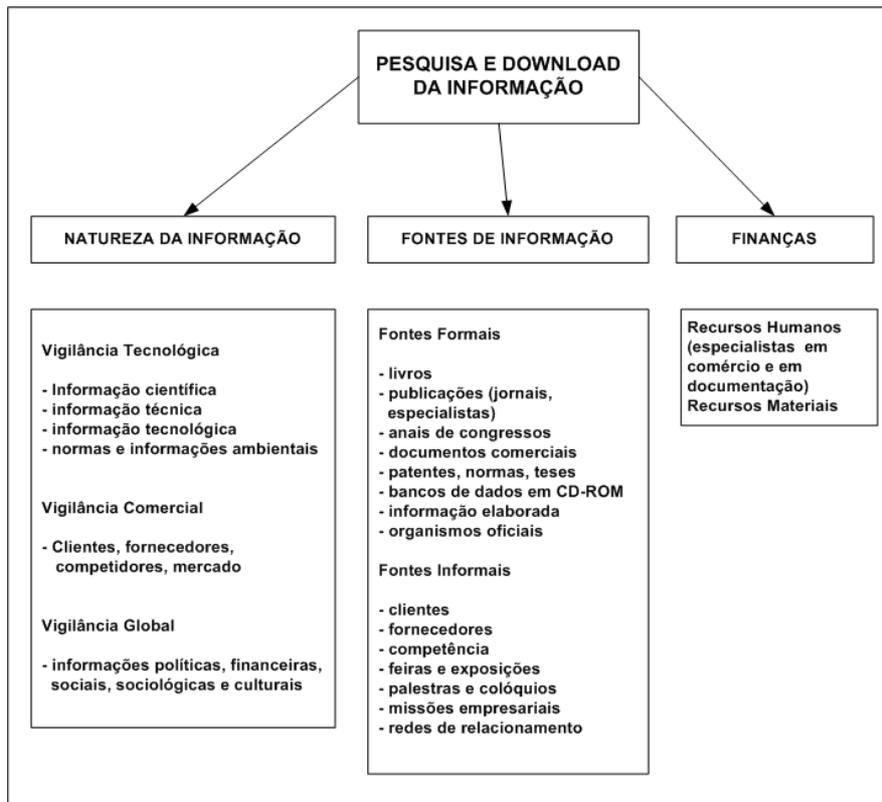


Figura 2.21 – Etapa 2 – Aquisição de Informações (LEIA, 2000)

Etapa 3: Processamento e análise

Objetivo:

- Tratar as informações – 2º estágio;
- Estruturar hierarquicamente a informação, dependendo das necessidades e dos fatores críticos da empresa;
- Detectar os fatores críticos de sucesso para a empresa.

Ações a desenvolver:

- Desenhar a estratégia de atuação — índice das fontes de informação;
- Subscrever as fontes de informação que são realmente interessantes e sempre contribuem com informações importantes.

Etapa 4: Difusão de resultados

Objetivo:

Difusão dos resultados entre os usuários finais da informação.

Ações a desenvolver:

- Difundir as informações obtidas de uma maneira adequada;
- Difundir interna e externamente.

Etapa 5: Ações

Objetivos:

- Resoluções quanto às ações a serem empreendidas;
- Desenvolver novas ações de mercado;
- Ampliar o mercado e melhorar o produto.

Ações a desenvolver:

- Organizar uma reunião entre a direção e o pessoal de operação sobre as informações obtidas;
- Iniciar ações de inovação para ampliação de mercado;
- Analisar os benefícios dessas ações;
- Valorizar a importância destas informações.

O processo geral da técnica da Inteligência Competitiva está sumariado na Figura 2.22. Neste processo, a Etapa 0 é concluída com a primeira reunião da equipe selecionada para o projeto de inteligência competitiva, na qual o coordenador explica os detalhes do projeto, as ações a serem empreendidas no processo e aloca os responsáveis para cada assunto de interesse.

Na seqüência, a equipe envolvida detalha a programação das ações que, para as Etapas 1 e 2, compreende,: a identificação das necessidades de informação para utilização no processo de inovação da empresa; os fatores críticos de sucesso da empresa; as fontes de informação (documental e Web sites); os meios para aquisição dessas informações (*softwares*, assinatura de bancos de dados, assinatura de periódicos, aquisição de documentos avulsos etc.).

Uma vez obtidas as informações, estas são analisadas e classificadas por assunto, de modo a haver uma depuração das fontes de informação, sendo privilegiadas aquelas que são realmente relevantes para a empresa, conforme descrito na Etapa 3.

De posse das informações classificadas por assunto, é feita então a interconexão entre os assuntos e as necessidades dos setores internos e externos à empresa, de modo que a informação seja distribuída de forma completa e adequada, levando-se também em consideração seus aspectos hierárquicos, isto é, informações de nível tático e informações de nível estratégico. Estas atividades concluem a Etapa 4.

A partir da repercussão das informações distribuídas, são então decididas quais ações serão desenvolvidas para melhoria de produto e para ampliação de mercado, conforme descrito na Etapa 5.

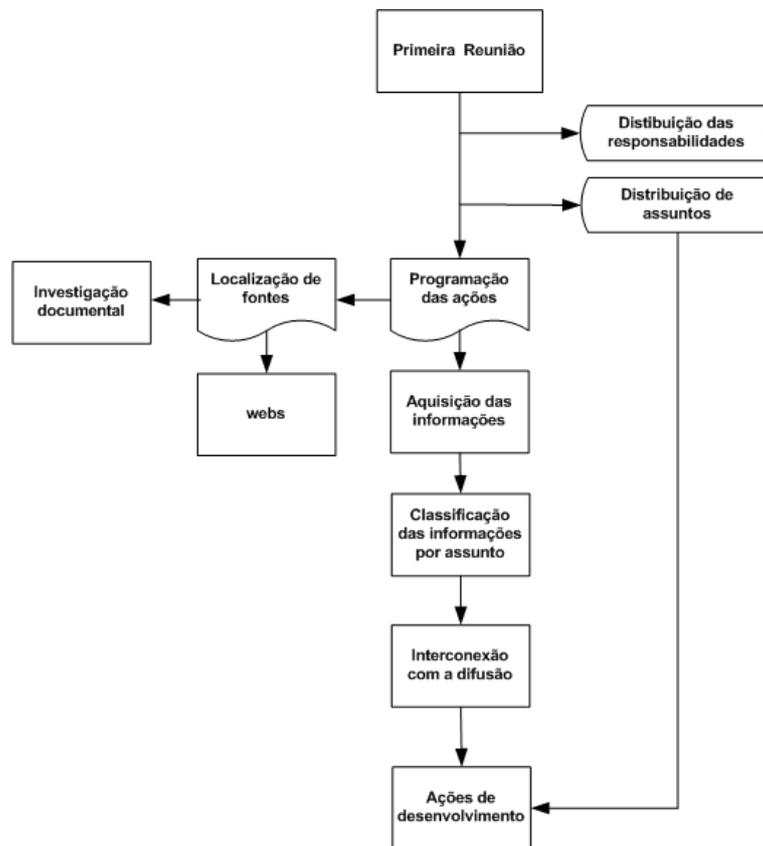


Figura 2.22 - Diagrama de Fluxo: Processo Geral (LEIA, 2000)

2.14. Análise Funcional

Uma vez levantadas as informações existentes do estudo em foco, a etapa seguinte de um estudo de avaliação de alternativas é a identificação e a análise funcional. Na maioria dos estudos de avaliação de alternativas, esta fase envolve uma lista de uma ou mais funções requeridas para atender às necessidades. Algumas vezes essas funções são

decompostas em maior detalhe, mas geralmente são limitadas ao escopo do tópico definido para estudo, por exemplo, alternativas de projeto de sistemas, seleção de componentes etc.

Funções Primárias e Secundárias

A função primária consiste na razão de ser de um produto ou um processo, sem a qual não haveria o valor ou utilidade. Desta forma a função primária de um trocador de calor é promover a troca térmica entre dois fluídos, a de um reator é promover transformações químicas.

As funções secundárias são aquelas que possibilitam o desempenho da função primária, ou ainda que ajudam na venda de um produto, ou serviço ou idéia. Por exemplo, um reator anaeróbico para o tratamento de efluentes tem como função primária promover a digestão anaeróbica, isto é, compostos orgânicos complexos são quebrados até serem transformados em ácidos orgânicos (também chamados de ácidos "graxos", ou ainda ácidos"voláteis"), e então estes ácidos são transformados em metano, CO₂, água e células de bactérias anaeróbicas. Se a esse equipamento for associada uma função secundária que possibilite a utilização energética do biogás gerado, certamente para um grupo de usuários, esta função secundária será um critério decisivo para a compra do equipamento.

Processos ou produtos podem ter mais de uma função primária. Aquele usuário que paga muito mais por um produto ou serviço personalizado talvez esteja atrás de algo mais do que a funcionalidade. Provavelmente também queira (e realmente ache muito importante) conforto e status.

Funções de Uso e Estima

Os produtos possuem uma fonte de valor que trata do seu uso, conhecido como Valor do Uso, e uma segunda fonte de valor que vem da propriedade, o Valor de Estima. As funções de uso possibilitam o funcionamento e são definidas por verbos e substantivos mensuráveis. Já as funções de estima estão relacionadas à vontade do usuário em possuir ou utilizar e são definidas por verbos e substantivos não mensuráveis. Isto pode ser mostrado como a diferença entre um vídeo registrador de processo e um registrador gráfico que possuem o mesmo modelo de processador. Do ponto de vista do uso ambos registradores conduzem a mesma função – ambos oferecem um registro seguro dos parâmetros de processo (**valor do uso**) – mas o vídeo registrador tem um **valor estimativo** maior, pois fornece diferentes opções de visualização e arranjo dos registros, o que apesar de torná-lo

mais caro, torna a sua posse desejável. O valor do uso e o preço pago por um produto são raramente os mesmos, a diferença é verdadeiramente o valor estimativo.

Funções Necessárias e Desnecessárias

Funções necessárias são aquelas que o usuário quer encontrar desempenhadas. Funções desnecessárias existem apenas para que as funções necessárias possam ser realizadas.

As funções desnecessárias também estão relacionadas aos processos de fabricação (por exemplo, furos de centro e dispositivos de montagem) e/ou atividades dos processos e gestão como formação de um banco de dados para a gestão das necessidades de materiais. O usuário não paga diretamente pelas funções desnecessárias, logo, se estas forem substituídas por outras de menor custo o consumidor não dará grande importância.

Uso da Diagramação FAST (Function Analysis System Technique)

A técnica de diagramação FAST é o primeiro passo para analisar sistematicamente e descrever as funções que o produto executa. As funções básicas do produto ou serviço são listadas e é realizada sessão de *brainstorming* a seu respeito. Uma função é mais bem descrita por um verbo e um substantivo, tais como “produzir som” ou “transferir pressão” ou “gravar detalhes pessoais”. A questão a ser respondida é “que função este produto/serviço executa?”. Tipicamente haverá seis ou mais atividades neste ponto. Existe a tentação de tomar a função básica como certa o que deve ser evitado, pois um trabalho mais amplo frequentemente resultará em muitas percepções valiosas no valor e funcionalidade do produto ou processo. Nada deve ser tomado como certo pela equipe. Por exemplo, para um controlador de tempo de aquecimento doméstico, algumas funções possíveis são “ativar nos tempos requeridos”, “encorajar economia” e “fornecer calor quando requerido”. Este é um estágio lento, mas de grande retorno no processo de estabelecimento de valor do produto e não é uma atividade de que muitos da equipe já tenham experimentado antes. É fundamental documentar todas as discussões e exercícios da equipe para referência posterior.

Diferente da geração e decomposição de funções no desenho de produto, onde as funções e requisitos são definidos primeiro e as soluções de projeto que atendem essas funções e requisitos são selecionadas depois, os diagramas FAST são baseados nas funções das estruturas, sistemas e componentes já identificados no projeto. Como já mencionado,

um cliente requer dois tipos de funções em todos os produtos e serviços: função de “uso ou trabalho” e função de “venda”. Por exemplo, um selo postal tem como funções de trabalho “autorizar a entrega” e “evidência de pagamento” e como funções de venda “identificação atrativa” e “permitir oportunidade de colecionar”. A equipe deve levar a cabo sessão de *brainstorming* a respeito dessas funções de “trabalho” e de “venda” do produto. É útil registrar as observações do *brainstorming* relativo a essas questões com papéis adesivos e registrar os resultados desse exercício num formulário padrão para esta atividade.

A diagramação FAST é a criação de uma estrutura lógica de funções associadas com um sistema usando relacionamentos “COMO” e “PORQUE”. A função imediatamente à direita de qualquer outra função num caminho lógico descreve COMO a função é atingida. A função à esquerda no caminho descreve “PORQUE” a função é realizada. Uma função diretamente abaixo de outra função no caminho identifica que a função no caminho é realizada QUANDO a função mais baixa é realizada. Este relacionamento está representado na Figura 2.23.

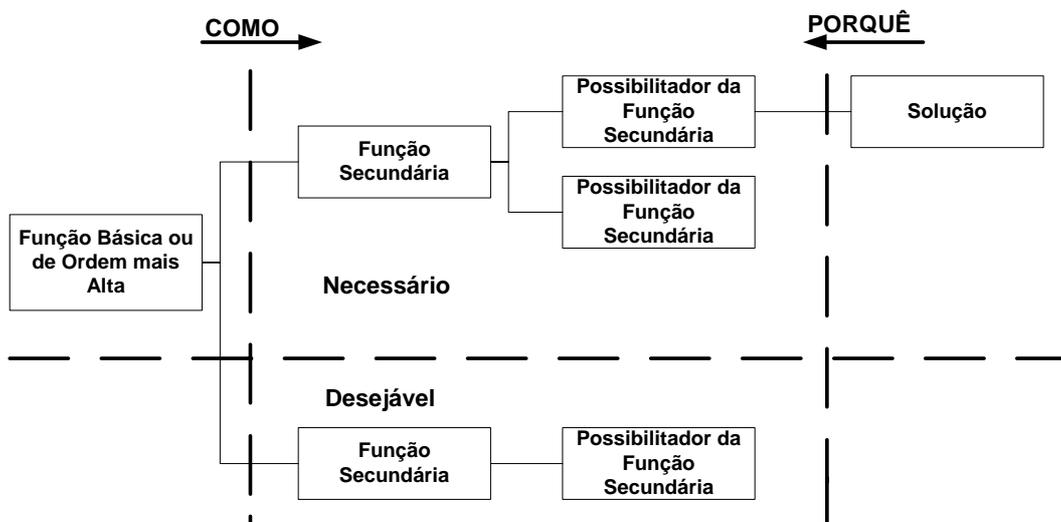


Figura 2.23 – Diagramação FAST – Relacionamento entre Funções (SIMS, 2002)

Um sistema pode ser complexo ou simples. No Quadro 2.7 estão apresentadas as funções dos vários componentes de uma lâmpada de filamento.

Na forma tabular as funções aparecem completas e são facilmente entendíveis, entretanto não está sendo considerado o valor de cada função. O diagrama FAST é a ferramenta que estrutura as funções, conforme apresentado na Figura 2.24.

A técnica FAST permite a visão completa das funções de um produto ou processo e o entendimento do inter-relacionamento entre as funções (básica e secundárias ou até mesmas desnecessárias), e como uma mudança em uma função afeta as outras (Maramaldo, 1983).

A formulação de questões lógicas sobre as funções e as respostas que resultam delas, são fundamentais e auxiliam a avaliar se a abordagem do projeto responde às necessidades funcionais da atividade.

Quadro 2.7 – Funções de uma lâmpada de filamento na forma tabular	
Componente	Função
Filamento	Produzir luz
	Produzir calor
	Converter energia
Bulbo	Reverter gás inerte
	Prover vedação
	Excluir oxigênio
Haste	Prevenir oxidação
	Montar lâmpada
Rosca da haste	Fixar lâmpada
	Conduzir energia
	Conectar lâmpada
Contato central	Conduzir energia
	Conectar lâmpada
Presilha	Posicionar fios de sustentação
	Posicionar fios de contato
Fios de contato	Conduzir energia
	Suprir energia
Fios de sustentação	Posicionar filamento
Gás inerte	Evitar evaporação do filamento
Isolamento elétrico	Isolar condutores

Adaptado de Maramaldo, 1983.

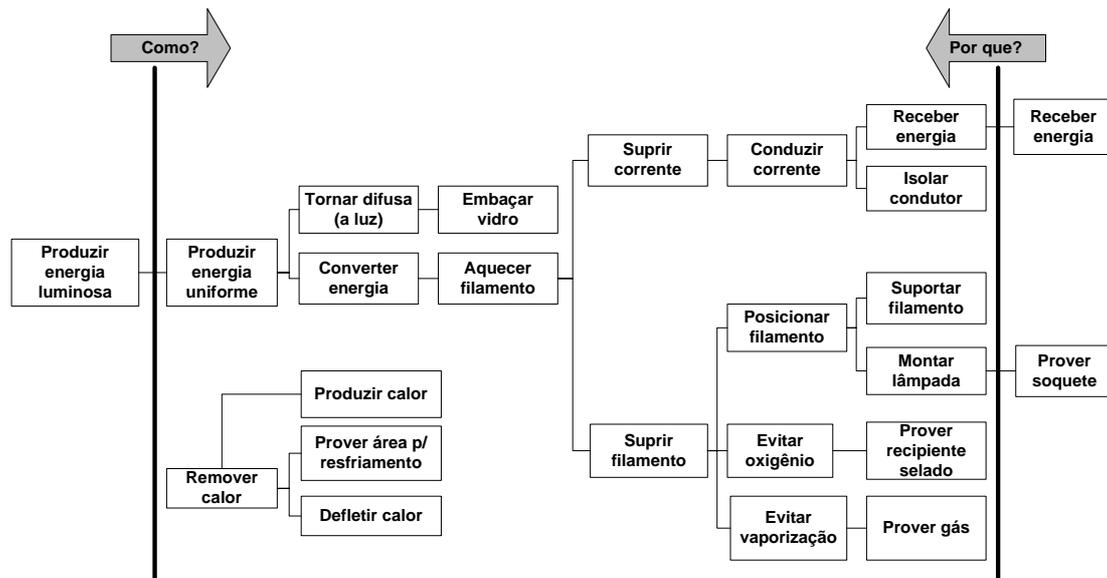


Figura 2.24 – Diagramação FAST para uma Lâmpada de Filamento (Maramaldo, 1983)

2.15. Técnicas de Estímulo à Criatividade para Geração de Alternativas

Criatividade e Inovação

Associar a geração de novas idéias com a criatividade é um processo direto e intuitivo para a maioria dos indivíduos. Enquanto a intuição é algo que não se aprende, porque é característica inata de determinadas pessoas, a criatividade pode ser adquirida, praticada e desenvolvida pelo uso de técnicas provadas. As habilidades criativas aumentam e estimulam as habilidades de cada um, permitindo novos padrões mentais para a abordagem de problemas, o que resulta freqüentemente numa ampliação do espectro de alternativas consideradas e num impacto positivo na produtividade e na qualidade do trabalho.

A criatividade e a inovação são normalmente atividades complementares, uma vez que a criatividade gera a base da inovação, a qual, no seu desenvolvimento, produz novas dificuldades que devem ser novamente resolvidas com criatividade. Não é possível conceber inovação sem idéias criativas como ponto de partida. Desta forma, a criatividade é construída como uma habilidade aprendida que permite definir novas relações entre conceitos e eventos, que pareciam não conectados anteriormente e que resultam em uma nova entidade do conhecimento (European Commission, 1998).

Existem três tipos principais de criatividade, que envolvem diferentes maneiras de gerar novas idéias (Boden, 1998):

- *Criatividade combinatória*: envolve novas combinações de idéias familiares;
- *Criatividade exploratória*: envolve a geração de novas idéias pela exploração de estruturas e conceitos; e
- *Criatividade transformativa*: envolve a transformação de uma dimensão, de tal forma que novas estruturas podem ser geradas.

Outro aspecto associado ao desenvolvimento da criatividade e da inovação é a existência de um ambiente e de uma cultura organizacional adequados. Uma cultura organizacional adequada é um dos fatores que possibilita o desenvolvimento de habilidades criativas em pessoas e grupos. Para a criação de tal ambiente, é necessário conhecer e administrar os bloqueios ao pensamento criativo, que estão descritos a seguir (Isaksen & Treffinger, 1985).

Bloqueios de ordem pessoal

Bloqueios que atuam na percepção e na emoção e no sentido de limitar a habilidade de se reconhecer e trabalhar com novos desafios. São eles:

- *Ausência de autoconfiança*: o indivíduo tende ao fracasso e evita arriscar-se, tornando-se excessivamente sensível à crítica ou a comentários;
- *Tendência ao conformismo*: atitude pessimista diante das mudanças que se apresentam. Tem como consequência uma limitação de acesso às áreas da imaginação;
- *Necessidade de vivenciar o que é conhecido*: o desejo pela segurança e pela ordem resulta na falta de habilidade de tolerar a ambigüidade. Temor ao caos e à confusão;
- *Indiferença emocional*: as situações não despertam interesse. Não se vêem desafios. Atitude reativa em oposição à proativa;
- *Saturação*: é a tendência de se tornar excessivamente absorvido pela situação;
- *Entusiasmo excessivo*: buscar a solução do problema sem maturação prévia adequada;

- *Ausência de controle da imaginação — delírio*: dificuldade de distinguir a realidade da fantasia.

Bloqueios para solucionar problemas

São os bloqueios que lidam com as atividades cognitivas e do pensamento, e que dificultam alcançar soluções novas e úteis para o problema.

- *Soluções preestabelecidas*: o indivíduo já tem a resposta pronta, ou utiliza a primeira que aparece. É intolerante com a complexidade;
- *Julgamento prematuro*: é a barreira mais comum ao pensamento criativo. O indivíduo gosta de trabalhar com o concreto, o prático e com a forma final. Gosta de criticar ou censurar qualquer idéia nova;
- *Hábito de adiar*: “para que mexer nisto agora?”;
- *Uso de abordagens inadequadas para solução de problemas*: o indivíduo trabalha com informações inadequadas, incorretas ou insuficientes;
- *Ausência de esforço disciplinado*: falta de objetividade e efetividade;
- *Comunicação fraca*: o indivíduo utiliza linguagem ou instrumento inadequado, por exemplo, a descrição verbal de um *layout* sem os respectivos desenhos;
- *Rigidez*: é a incapacidade de usar outras estratégias ou técnicas quando são necessárias.

Bloqueios decorrentes de situações

Estes bloqueios incluem os elementos do ambiente, da situação que está sendo vivida e dos seus aspectos sociológicos e culturais.

- *Considerar a razão científica como única e definitiva*: é a tendência de acreditar que a razão, a lógica, a utilidade dos números, o meio prático e a tradição são bons; enquanto a sensibilidade, a intuição, o julgamento qualitativo, a satisfação e a mudança não o são;
- *Resistências ao novo e às mudanças*: crítica e combate às novas idéias e a qualquer tipo de mudança. “Isto não é para nós” ou “Isto jamais vai dar certo aqui” são frases típicas que ilustram este bloqueio;

- *Isolamento*: racionalização para não envolvimento e fuga de responsabilidades;
- *Atitude negativa em relação ao pensamento criativo*: o indivíduo se mostra disponível para atividades rotineiras, mas nunca para avaliar novas alternativas, idéias e abordagens;
- *Autocracia na tomada de decisões*: o uso excessivo de decisões de cima para baixo inibe o questionamento, o debate e a participação dos diferentes níveis hierárquicos nas decisões;
- *Especialistas*: excesso de confiança e dependência em outras pessoas para resolver seus problemas;
- *Ênfase excessiva na competição ou cooperação*: tanto a cooperação quanto a competição são elementos importantes para o funcionamento dos grupos. A valorização excessiva destes elementos tende a produzir perda de foco do problema a ser resolvido.

A criatividade tem sido vista como um instrumento de gestão da inovação, pois possibilita a quebra dos bloqueios mencionados, o desenvolvimento de habilidades e o estímulo à geração de novas idéias. Técnicas concretas para estímulo ao pensamento criativo foram desenvolvidas para promover e gerar criatividade, dissuadir idéias fixas, estimular a imaginação, bem como definir condições para a prática da criatividade em determinados ambientes.

O uso do pensamento divergente, que consiste na geração de um fluxo livre de idéias conduzido num processo disciplinado, é uma potente fonte de inovação, pois lida com o conhecimento tácito. O conhecimento tácito, ou implícito, é resultante da experiência acumulada do indivíduo e tem como características: ser um conhecimento prático, desenvolvido a partir de experiência e ação diretas, compreendido e aplicado pelo subconsciente, difícil de articular e de compartilhar. O conhecimento tácito inclui relacionamentos, normas, valores e procedimentos operacionais que servem como padrão. Em virtude de ser muito difícil de detalhar, copiar e distribuir, ele pode ser uma fonte de inovação sustentável. A diferença entre o sucesso e o insucesso da sua utilização no processo de inovação é a habilidade em localizar, aprimorar e combinar o conhecimento implícito com o conhecimento explícito. É esta combinação que permite associar fatos e idéias, que antes eram aparentemente desconexos e não relacionados.

Pensamento convergente, em contraste, demanda técnicas de filtragem e foco para identificar as idéias que têm um valor verdadeiramente inovador, para convergir numa solução aceitável (Hall, 1996). Pensamento convergente e divergente são fases complementares de um procedimento, uma vez que a divergência auxilia a gerar muitas alternativas e opções possíveis antes de convergir para uma solução apropriada. Veja Figura 2.25.

Os conceitos fundamentais para todas as técnicas criativas são:

- Suspender o julgamento prematuro e considerar as idéias sem filtragem prévia;
- Criar analogias e metáforas, por meio de símbolos, para descobrir similaridades entre situações, uma já compreendida e outra que se deseja entender;
- Construir situações criativas e ideais em busca da visão ideal;
- Encontrar meios de fazer com que a visão ideal aconteça;
- Relacionar coisas e idéias que não foram previamente relacionadas; e
- Gerar múltiplas soluções para um problema.

Os principais pontos para aumentar a criatividade numa empresa são:

- Promover um ambiente descontraído;
- Manter abertos os canais de comunicação, evitando barreiras hierárquicas que inibam a expressão de novas idéias;
- Incentivar a participação e contribuição dos empregados no processo de tomada de decisão;
- Incentivar independência em iniciativas e aceitar falhas;
- Contatos com fontes externas de informação; e
- Experimentar novas idéias.

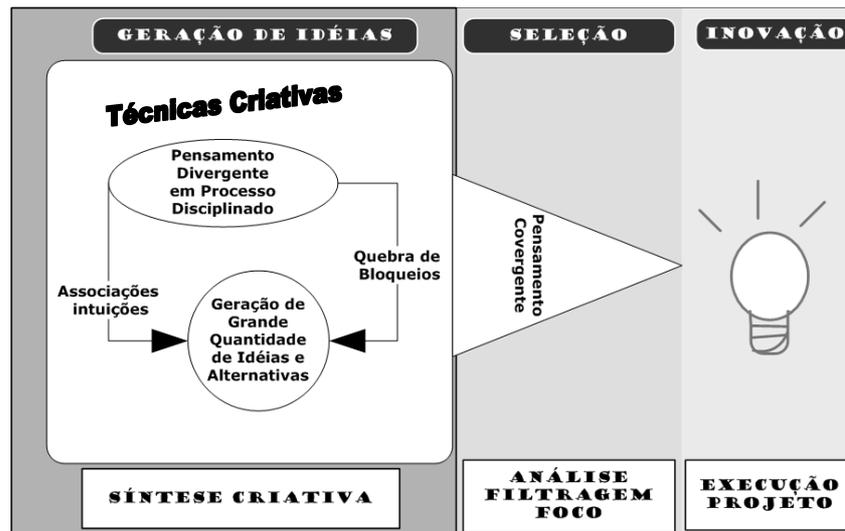


Figura 2.25 – Processo de Inovação: Pensamento Divergente / Convergente

Técnicas de Estímulo ao Pensamento Criativo na Geração de Alternativas

A geração de duas ou mais opções para atender uma determinada necessidade, seja ela decorrente da demanda por um novo produto, ou da reformulação de um produto ou processo existente, pode ser sistematizada pela utilização de técnicas de estímulo ao pensamento criativo. Essas técnicas possuem vários graus de sofisticação, que dependem da complexidade dos produtos e processos em foco, da proficiência da equipe, e das ferramentas disponíveis para a sua implementação.

Apresenta-se a seguir, técnicas de estímulo ao pensamento criativo – com suas descrições, aplicações típicas, procedimentos e exemplos – que têm potencial para serem aplicadas para a geração de alternativas de projetos no ambiente das ICT, Essas técnicas não requerem apoio de ferramentas computacionais ou treinamento especializado, sendo possível a sua implementação a partir dos procedimentos descritos no texto e uma capacitação progressiva por meio da sua aplicação continuada.

Para aplicações complexas, são descritas ferramentas computacionais mais sofisticadas que exploram essas técnicas numa maior amplitude, as quais não estão sendo consideradas para aplicação no escopo do modelo proposto, pois implicam em custos de aquisição e treinamento que estão fora do perfil das ICT.

No contexto deste estudo, é importante ressaltar, que aplicar uma solução inovadora a um produto ou processo existente, só é possível por meio da sua reformulação,

o que não deve ser confundido com o conceito da melhoria contínua da gerência da qualidade.

2.15.1. Brainstorming

Descrição

O *brainstorming* é uma ferramenta de geração de idéias amplamente utilizada por equipes para a identificação de problemas, soluções alternativas para problemas ou oportunidades. Esta ferramenta foi criada na década de 1930 por Alex F. Osborne (The Texas University at Austin, 1997), quando a sua pesquisa por idéias criativas resultou num processo de grupo não estruturado e interativo *brain-storming*, que gerou mais e melhores idéias do que poderiam ser produzidas pelos indivíduos trabalhando independentemente.

Aplicações típicas

- Para desbloquear a criatividade de equipes;
- Para gerar uma ampla lista de idéias para solução de problemas ou uma lista de áreas com problemas para tomada de decisão ou planejamento;
- Para desenvolver soluções alternativas e criativas;
- Para identificar oportunidades de melhorias; e
- Para iniciar a inovação de processos, produtos e serviços por meio da participação da equipe.

Procedimento

Etapa 1: Formar uma equipe entre 6 e 10 pessoas.

Etapa 2: Comunicar as regras do *brainstorming* e determinar um limite de tempo (entre 15 e 20 minutos).

Etapa 3: Declarar o propósito da sessão: discutir o problema ou tópico específico. Veja exemplo de melhoria da qualidade a seguir.

Etapa 4: Estabelecer um ambiente positivo e não reativo. Encorajar todos os membros a participar de forma livre e espontânea numa sessão de sugestão de idéias.

Etapa 5: Registrar em folhas de um bloco de cavalete (*flip charts*) todas as idéias geradas; a ênfase é na quantidade e não na qualidade.

Etapa 6: Quando a equipe tiver esgotado as idéias, revisar e esclarecer todas elas (não discutir).

Etapa 7: Reservar um tempo para reflexão das idéias.

Etapa 8: Identificar e priorizar as idéias úteis.

Exemplo de aplicação da ferramenta:

Na Figura 2.26 está representado um exemplo do registro das idéias geradas numa seção de *brainstorming*, referente à implementação de processo de melhoria da qualidade.

Folha 1	Folha 2
<ul style="list-style-type: none"> • Mais treinamento; • Insuficiente devido às datas; • Inexperiência; • Sem comunicação; • Falta de informação; • O que é um defeito? • Mudanças constantes; • Sem inspeções; • Muito trabalho; • Muitas interrupções; • Conflito de grupo; • Testes incorretos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de ferramentas apropriadas; • Baixa satisfação com o trabalho; • Especificações não claras; • Falta de instruções; • Baixa moral, motivação; • Falta de métricas; • Envolvimento de clientes; • Trabalho estressante; • Problemas com equipamentos; • Falta de dados; • Necessidade de equipes de solução de problemas; • Ausência de procedimentos. <p>Fim das idéias</p>

Figura 2.26 – Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000)

2.15.2. Método Delphi

Descrição

O Método Delphi foi usado pela *RAND Corporation* durante a década de 1950, como uma ferramenta para acoplar as visões de especialistas para a previsão do dano potencial do ataque com bombas atômicas (Mycoted, 2003). É uma abordagem muito estruturada usada para obter opiniões por escrito, ou receber *feedback* sobre um problema, usando questionários detalhados enviados a especialistas de reconhecida competência. O uso de questionários evita uma interação pessoal que pode, com freqüência, reprimir contribuições individuais, pois sempre existem alguns participantes que dominam a

discussão. Respostas de participantes anônimos são compartilhadas e cada participante pode revisar as suas respostas, com base na leitura das opiniões dos outros participantes. Depois de repetir este processo várias vezes, a convergência de opiniões conduzirá a equipe a um consenso.

Aplicações típicas

- Para solicitar opiniões ou idéias de um júri de especialistas, de forma anônima, circulando repetidamente questionários para a revisão e consolidação, a fim de chegar a uma previsão final, escolha, ou plano de ação;
- Para gerar idéias por um grupo de especialistas, permitindo que eles revisem as suas próprias idéias, depois de haverem lido as idéias dos outros e, finalmente, ter uma declaração sumária que reflita o consenso do grupo;
- Para prever tendências em forças econômicas e tecnológicas, que podem afetar a organização.

Procedimento:

Etapa 1: A primeira atividade é identificar e selecionar os participantes da equipe. Um facilitador treinado coordena este processo e explica em profundidade os objetivos e os procedimentos do Método Delphi.

Etapa 2: São mandados aos participantes, isoladamente, questionários detalhados com declaração dos problemas, ou previsões preliminares para suas respostas e opiniões. Veja o exemplo ilustrado na Figura 2.27.

Etapa 3: Os questionários preenchidos, declarações de problemas, ou previsões são então sumariadas pelo facilitador e anonimamente redistribuídas aos participantes.

Etapa 4: Os participantes lêem todas as respostas. Eles podem optar por rever as suas respostas.

Etapa 5: As etapas 4 e 5 são repetidas, até que os participantes encerrem as revisões das suas respostas. Neste ponto, o consenso da equipe é atingido.

Exemplo de aplicação da ferramenta

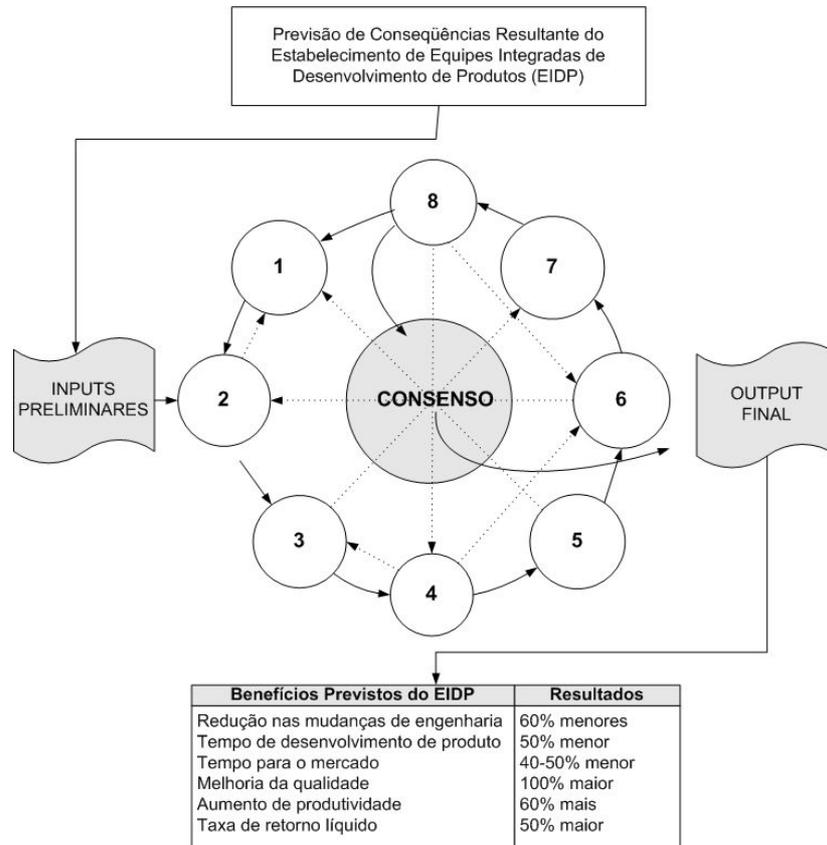


Figura 2.27 – Previsão das Conseqüências Resultantes do Estabelecimento de Equipes Integradas de Desenvolvimento de Produto (Bakourus, 2000)

2.15.3. Advogado da Idéia

Descrição

Usada pela primeira vez pelo *Battle Institute of Frankfurt*, Alemanha, a técnica de Advogado da Idéia — *Idea advocate* — é uma excelente ferramenta de evolução de idéias (Bakourus, 2000). A equipe designa o papel de advogado para um dos participantes, que defende e promove uma idéia particular, como a mais valiosa de uma lista de idéias previamente gerada. Quanto mais advogados promovem idéias diferentes, mais poderoso será o processo de seleção, uma vez que toda idéia será completamente examinada pela equipe de avaliação.

Aplicações típicas:

- Para assegurar um exame justo de todas as idéias;

- Para dar a todas as idéias apresentadas, a mesma chance de ser selecionada;
- Para desvelar os aspectos positivos de todas as idéias apresentadas.

Procedimento:

Etapa 1: A equipe revisa a lista de idéias previamente gerada.

Etapa 2: A tarefa seguinte será designar o papel de advogado da idéia para a pessoa que a propôs, ou que vai implementá-la e que deverá argumentar vigorosamente em defesa da seleção nela contida.

Etapa 3: A equipe examina cada idéia apresentada pelo seu advogado, que explica porque faz sentido selecioná-la e porque ela seria a melhor idéia, dentre as idéias apresentadas.

Etapa 4: Depois de todos os advogados terem apresentado as suas idéias, a equipe chega a um consenso sobre qual delas tem o melhor potencial de resolver o problema ou melhorar o processo.

Exemplo de aplicação da ferramenta

A Figura 2.28 ilustra a aplicação desta técnica para a seleção do melhor método de treinamento.

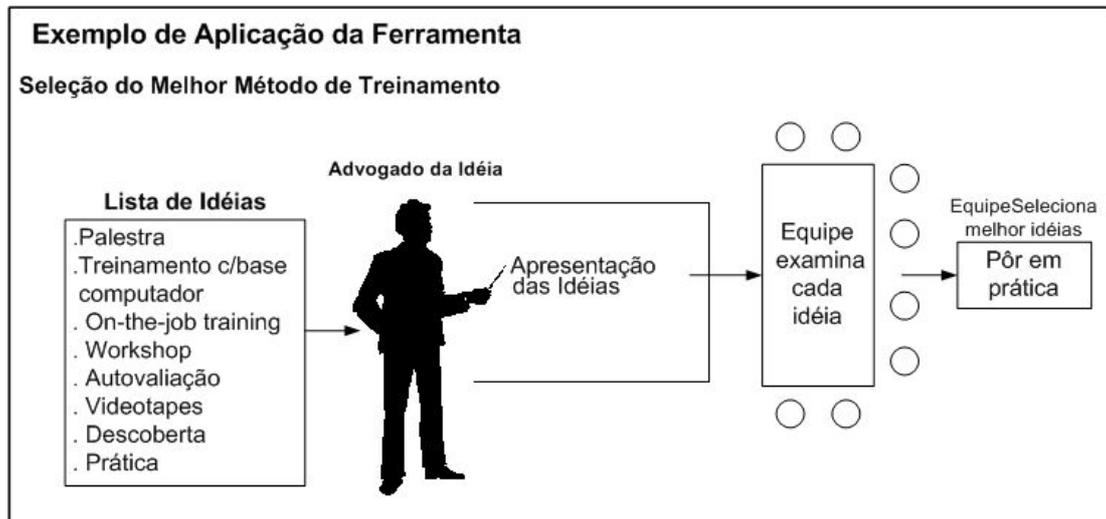


Figura 2.28 – Seleção do Melhor Método de Treinamento (Bakourus, 2000)

2.15.4. Avaliação Criativa

Descrição

Desenvolvida por Leo Moore, a técnica de avaliação criativa é aplicada como um processo de classificação e seleção de uma longa lista de idéias geradas no *brainstorming* (Bakourus, 2000). Ela pode auxiliar às equipes permitindo avaliação, classificação e seleção de idéias, com base em critérios predeterminados.

Aplicações típicas:

- Para categorizar uma lista de idéias, usando critérios estabelecidos pela equipe;
- Para avaliar e classificar idéias por grupos;
- Para filtrar idéias ou soluções, consideradas para implementação.

Procedimento:

Etapa 1: O facilitador da equipe expõe as folhas de um bloco de cavalete contendo as idéias previamente discutidas no *brainstorming*. Veja exemplo apresentado na Figura 2.29.

Etapa 2: Os participantes estabelecem os critérios de avaliação. Neste exemplo, os critérios são fáceis, difíceis ou os mais difíceis de fazer.

Etapa 3: O facilitador escreve os respectivos títulos das categorias em três folhas de blocos de cavalete, e os participantes avaliam e organizam as idéias em três categorias como mostrado na Figura 2.29.

Etapa 4: Depois de todas as idéias terem sido categorizadas, as três categorias resultantes I, II e III são revistas e datadas.

Etapa 5: Finalmente, a equipe apresenta as três categorias de idéias para a gerência para posterior avaliação e ação.

Exemplo de aplicação da ferramenta

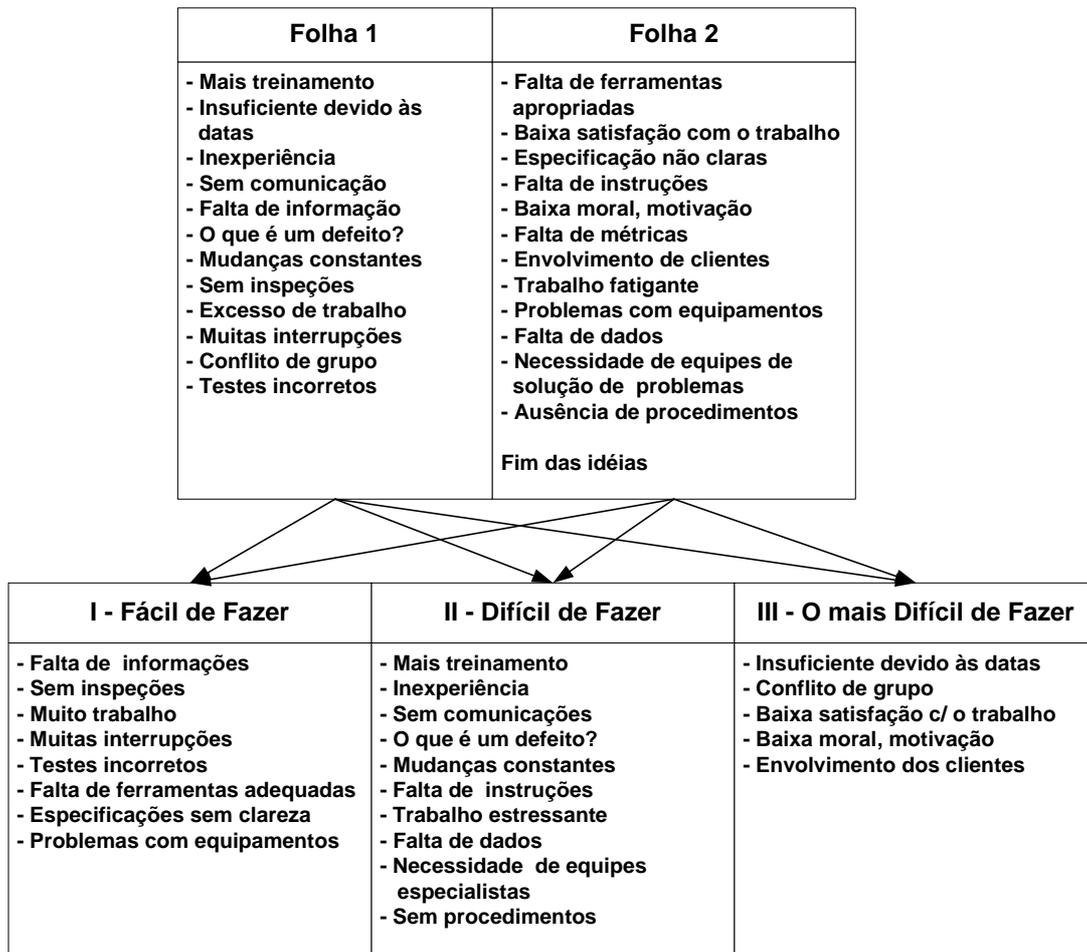


Figura 2.29 – Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000)

2.15.5. Diagrama de Venn

Descrição

O diagrama de Venn pode ser usado para identificar relacionamentos lógicos. Ele é muito útil para mostrar a união e interseção de eventos ou conjuntos. Ele pode ser usado para ilustrar graficamente um conceito que seja mutuamente exclusivo e outras regras de probabilidade, ou o resultado de um experimento.

Aplicações típicas

- Para ilustrar os relacionamentos ou comportamentos entre eventos e conjuntos;
- Para auxiliar na compreensão das conseqüências quando dois eventos se interceptam ou se combinam;

- Para testar a validade de um silogismo pela aplicação do pensamento lógico.

Procedimento

Etapa 1: Identificar eventos ou conjuntos e suas relações, interações e resultados que podem ser mais bem entendidos usando o Diagrama de Venn. Veja exemplos ilustrativos na Figura 2.30.

Etapa 2: Construir um Diagrama de Venn, designar os círculos e fornecer explicações. Circular pelos demais para obter seus comentários.

Etapa 3: Apresentar em sessões de treinamento ou apresentações para facilitar a sua compreensão conceitual.

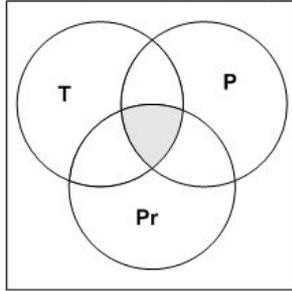
Etapa 4: Identificar exemplos para ilustrar o conceito.

Exemplos de aplicação da ferramenta

A Figura 2.30 ilustra duas aplicações do diagrama de Venn.

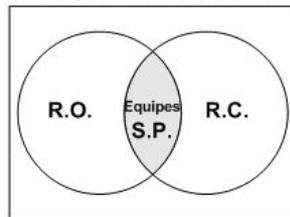
No primeiro exemplo, são considerados os tópicos de uma determinada tecnologia com suas respectivas áreas de pertinência: área teórica, área de pesquisa e área de aplicação prática. A área hachurada no diagrama representa os tópicos comuns a estes três domínios e indica onde o aprendizado desta tecnologia é altamente reforçado e vantajoso.

O segundo exemplo ilustra como abordar um processo de recrutamento interno para a composição de uma equipe de solução de problemas. Neste processo, deve ser considerado quem, dentre os recursos humanos disponíveis, tem experiência com reclamação de clientes. A área hachurada, que reflete a intercessão dos conjuntos de recursos humanos disponíveis e dos recursos humanos que possuem experiência com reclamação de clientes, indica quais as pessoas que atendem ambas condições e que são candidatas a comporem uma equipe de solução de problemas.

Relacionamentos/Interações**Ilustrando abordagem ideal de aprendizado:**

- Teoria (T)
- Pesquisa (P)
- Prática (Pr)

A área hachurada reflete onde todo aprendizado é altamente reforçado.

Solução de Problema**Convocação para ação na base de:**

- Experiência nas Reclamações de Clientes (R.C.)
- Recursos disponíveis da organização (R.O.)
- Equipes de sugestões de solução de problemas

A área hachurada reflete um resultado da combinação dos conjuntos

Figura 2.30 – Exemplos de Aplicação do Diagrama de Venn (Mycoted, 2003)

2.15.6. Análise de Cluster**Descrição**

A ferramenta de análise de cluster é mais bem utilizada depois de uma sessão de *brainstorming* para organizar os dados pela subdivisão das diferentes idéias, itens ou características dentro de grupos relativamente similares, cada um sob um título de tópico. É principalmente uma ferramenta de descoberta, e freqüentemente percorre as informações e percebe áreas problemáticas, preocupações ou itens que pertencem a um mesmo grupo.

Aplicações típicas

- Para classificar dados dentro de agrupamentos naturais com base em características similares ou relacionadas;
- Para identificar as características mais importantes a serem consideradas no desenvolvimento da especificação de um problema;
- Para desenvolver grupos de itens mais homogêneos de uma longa lista de itens dissimilares;
- Para identificar diferenças entre grupos de clientes, empregados ou fornecedores com respeito à percepção de qualidade e questões de desempenho.

Procedimento

- Etapa 1:** O facilitador apresenta folhas do bloco de cavalete contendo os dados obtidos no *brainstorming* da equipe. Veja exemplo ilustrado nas Figuras 2.31 e 2.32.
- Etapa 2:** A equipe olha para todos os itens e sugere títulos ou tópicos gerais para itens similares. Eles se tornam os nomes dos *clusters*.
- Etapa 3:** O facilitador registra todos os nomes de *clusters* sugeridos e solicita aos participantes que classifiquem ou organizem os itens para serem colocados sob cada nome de *cluster*. Os participantes indicam os itens e o facilitador os anota no bloco de cavalete com a primeira letra do *cluster* como mostrado no exemplo.
- Etapa 4:** Uma vez que os itens tenham sido designados, um quadro final formado pelos *clusters* é desenhado.
- Etapa 5:** O quadro de *clusters* resultante é datado e guardado para futura referência.

Exemplo de aplicação da ferramenta

Nomes dos <i>Clusters</i>	Folha 1	Folha 2
P = Pessoas I = Informação T = Técnico C = Causas S = Soluções	S – Mais treinamento C – Custo devidos a datas P – Inexperiência I – Sem comunicações I – Falta de Informações T – O que é um defeito? T – Mudanças constantes C – Sem inspeções C – Muito trabalho C – Muitas interrupções P – Conflito de grupo C – Testes incorretos	C – Faltam ferramentas apropriadas P – Baixa satisfação com o trabalho I – Especificações não claras I – Falta de Instruções P – Falta de motivação e baixa auto-estima T – Falta de métricas S – Envolvimento dos clientes C – Trabalho estressante C – Problemas com equipamentos T – Falta de dados S – Necessidade equipes p/ solução de problemas Final das idéias

Figura 2.31 – Classificação de Dados de *Brainstorming* em *Clusters*: Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000)

Clusters Resultantes			Data: xx/xxxx	
Pessoas	Informações	Técnico	Causas	Soluções
Conflito de grupo;	Sem Comunicação;	Mudanças constantes;	Problemas com equipamentos;	Mais treinamento;
Baixa satisfação c/ o trabalho;	Falta informação;	Falta de métricas;	Falta de ferramentas adequadas;	Envolvimento dos clientes;
Baixa auto-estima;	Especificações não claras;	Falta de dados;	Curto devido a datas;	Necessidade equipes de solução problemas.
Inexperiência.	Falta de instruções;	O que é um defeito.	Muitas interrupções;	
	Falta de procedimentos.		Testes incorretos;	
			Falta de instruções;	
			Trabalho estressante;	
			Faltam inspeções;	
			Muito trabalho.	

Figura 2.32 – *Clusters* Resultantes do Processo de Classificação: Melhoria da Qualidade (Bakourus, 2000)

2.15.7. Dendograma

Descrição:

O dendograma é um diagrama, na forma de árvore, que pode descrever funções e divisões que são realizadas em níveis sucessivos, resultantes das técnicas de agrupamento por *clusters*. O dendograma mostra, num formato de três tipos de classificação, *clusters* de características ou idéias para serem analisadas, visando saltos potenciais no desenvolvimento e desenho de produtos. Ele pode ser utilizado para detalhar possíveis soluções de problemas, ou examinar oportunidades de processos de melhoria.

Aplicações típicas:

- Para pesquisar potenciais inovações de produtos;
- Para detalhar e classificar grandes conjuntos de dados;
- Para revisar e questionar idéias, para solução de problemas ou processo de melhoria.

Procedimento:

Etapa 1: O facilitador da equipe descreve o uso do dendograma e solicita à equipe para aplicar a técnica de *brainstorming* aos itens de uma área de interesse. Veja o exemplo da Figura 2.33 que ilustra o desenvolvimento de um melhor apontador para classe de aula.

Etapa 2: O facilitador desenha o dendograma no quadro, para posteriormente, os participantes decomponem hierarquicamente uma característica ou idéia selecionada.

Etapa 3: Os participantes discutem as idéias preferidas e selecionam uma para inovação do produto ou análise do problema, como se vê no exemplo.

Etapa 4: Os participantes revisam o diagrama de características ou idéias e datam o dendograma para futura referência.

Exemplo de aplicação da ferramenta

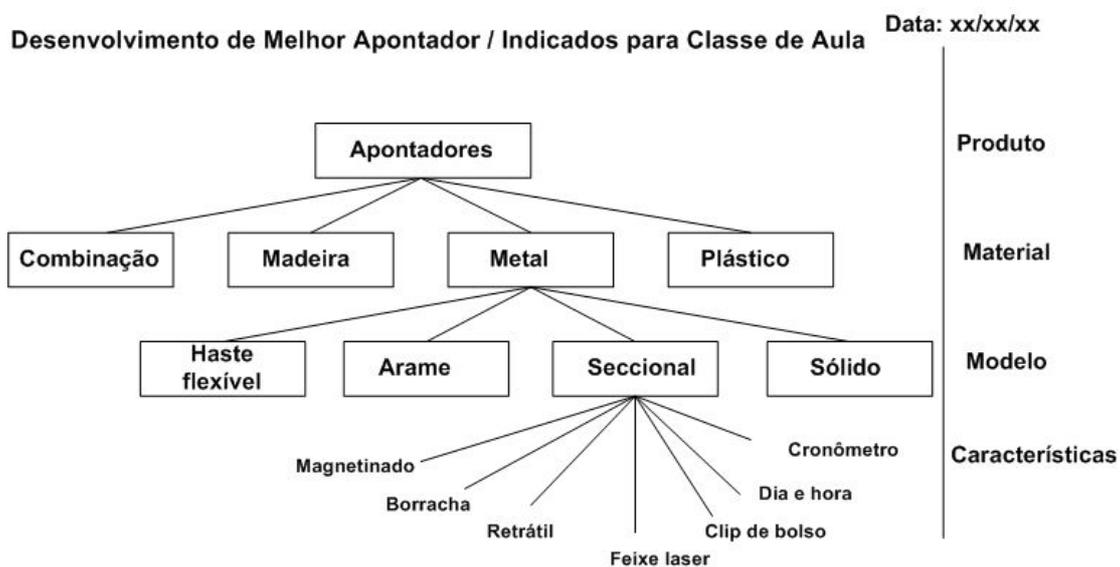


Figura 2.33 – Dendograma Aplicado para o Desenvolvimento de Apontador (Bakourus, 2000)

2.15.8. Brainstorming reverso

Descrição

O *brainstorming* reverso pode ser usado como uma ferramenta de avaliação final. Por meio de questionamento crítico do valor e aplicabilidade das idéias previamente geradas pela equipe. Adicionalmente, este processo tenta descobrir problemas potenciais ou outras conseqüências sérias, quando é implementada a solução de uma idéia proposta.

Aplicações típicas

- Para minimizar o risco antes da implementação de uma idéia ou solução;

- Para reverso de *brainstorming*, a fim de verificar fraquezas ou sérias conseqüências;
- Para criticar idéias com o propósito de reduzir de muitas para poucas idéias “boas”.

Procedimento

Etapa 1: A equipe mostra uma lista final de idéias do *brainstorming* previamente realizado, que passaram na avaliação preliminar.

Etapa 2: Uma a uma, todas as idéias são questionadas ou criticadas para identificar possíveis desvantagens, problemas, fraquezas ou conseqüências sérias, no caso da sua implementação.

Etapa 3: Após a avaliação de todas as idéias e também a consideração e análise das soluções potenciais dos problemas, a equipe seleciona a melhor idéia que implique pouco risco na sua implementação.

Exemplo de aplicação da ferramenta:

A Figura 2.34 ilustra a aplicação desta técnica para aumentar a satisfação do operador no seu trabalho.

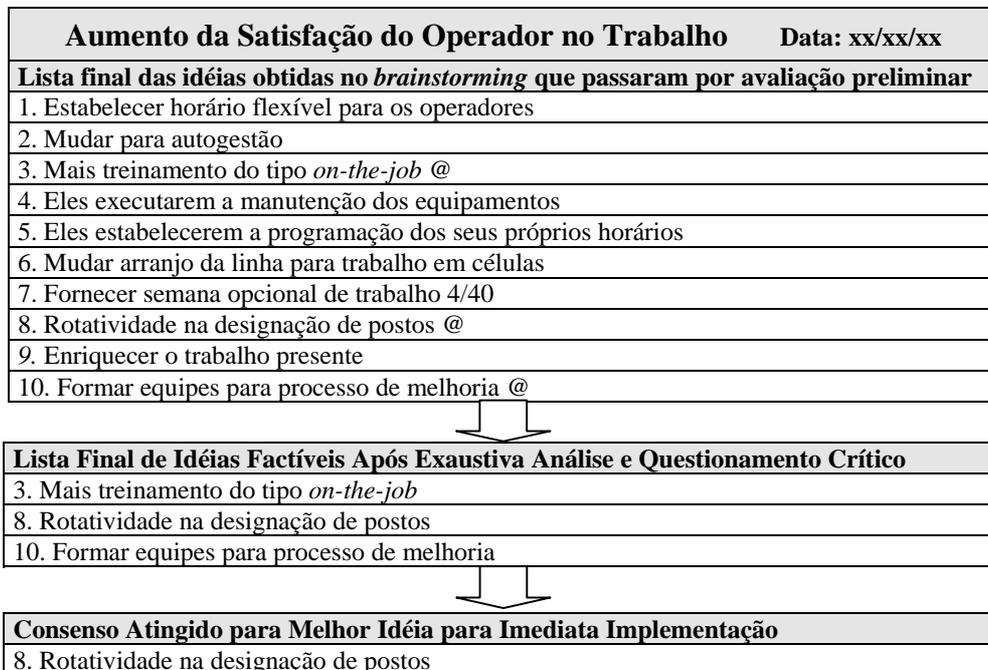


Figura 2.34 – *Brainstorming* Reverso: Aumento da Satisfação do Trabalho do Operador (Bakourus, 2000)

Técnicas Criativas Baseadas em Computador

Técnicas para estimular o processo da criatividade humana, baseadas em computador, têm um objetivo imediato e pragmático que é a implementação de modelos computacionais — *softwares* — para gerar e organizar idéias para o trabalho criativo. Elas são usadas com mais freqüência no planejamento de pesquisa, desenho de produto, aquisição de conhecimento, tomada de decisão, motivação etc. Pode-se distinguir grupos de técnicas de criatividade computadorizadas, tais como modelos de Inteligência Artificial (IA), sistemas de processamento de idéias e sistemas gráficos e de visualização.

Modelos de Criatividade Usando Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) lida com soluções não quantificadas e problemas não estruturados. Sua tarefa está relacionada à representação do conhecimento e da razão e à construção inteligente e racional de agentes autônomos. Modelos correntes de criatividade de Inteligência Artificial envolvem modelos apropriados e de diferentes tipos para a geração de novas idéias. Em relação aos três tipos de criatividade, existem também três tipos principais de modelos computacionais que envolvem (Boden, 1998):

- Simulação e combinação de idéias, principalmente pelo uso de analogias, no sentido de que idéias associadas compartilham uma estrutura conceitual inerente;
- Exploração de conceitos estruturados, de forma que resultem novas e inesperadas idéias. Isto requer considerável domínio, *expertise* e força analítica para definir um espaço conceitual e especificar procedimentos que permitam a sua exploração;
- Transformação de um problema, de tal forma que novas estruturas possam ser geradas, as quais não teriam possibilidade de emergir anteriormente. Novas soluções para problemas podem ser criadas com a transformação de um problema num novo problema, solucionar o novo problema e então adaptar a solução de volta para o problema original.

A Inteligência Artificial emprega abordagens simbólicas para solução criativa de problemas e inclui estímulos tais como modelos heurísticos, busca, métodos de identificação de pontos fracos, representação do conhecimento e racionalização para

facilitar a estruturação do problema e geração de idéias. O foco das técnicas de criatividade baseadas em IA, na forma de programas computacionais, é auxiliar os usuários a obterem uma visão nova dos problemas. Isto é feito guiando uma intuição indisciplinada do usuário por meio de uma série de exercícios de solução de problema, fazendo-o pensar de uma forma não linear e não lógica. A principal vantagem do guia para solução de problemas por programa computadorizado é colocar o usuário em contato com idéias de uma maneira expedita. Programas recentes de IA incluem também abordagens baseadas em conhecimento, usando bancos de dados de larga escala e sistemas de narrativa (Chen, 1998). Pesquisas em IA desenvolveram também eficientes algoritmos para a solução de problemas.

Alguns dos programas de criatividade empregando IA são:

- O *Copycat* procura analogias entre caracteres alfabéticos (Hofstadter, 1995);
- O EURISKO é um sistema de transformação e também um processo exploratório que pode ser aplicado a um amplo espectro de domínios (Bakourus, 2000);
- O AARON explora linhas de estilos e cores particulares (Mccorduck, 1991);
- O BACON é um programa de Inteligência Artificial exploratória projetado para modelar descobertas científicas (Langley et al, 1987).

Softwares Processadores de Idéias

Os Processadores de Idéias têm íntima relação com inteligência artificial e usam muitas técnicas da inteligência artificial. Os Processadores de Idéias são normalmente pacotes de *software*, desenvolvidos para computadores pessoais ou *workstations*. Eles são usados para a geração e organização de idéias, em estágios específicos do processo de solução de problemas, como sistemas de base de conhecimento (Chen, 1998). Visando auxiliar o pensamento humano, os processadores de idéias usualmente executam uma busca extensiva em grandes bancos de dados, bases de conhecimento, ou textos-base.

Para muitos processadores de idéias o *brainstorming* eletrônico é a mais importante técnica para a geração de idéias. O uso de programas de computador auxilia na decomposição e na estruturação do pensamento de uma forma diferente. O programa *Idea Generator Plus* fornece sete componentes ao usuário, que permitem executar uma análise e

busca da solução do problema passo a passo: examinar soluções similares, examinar metáforas, examinar outras perspectivas, focos e metas, metas reversas, foco nas pessoas envolvidas e estruturar a maioria das idéias (Nirenberg, 1985).

Outro programa, o *IdeaFisher*, usa bancos de dados em hipertexto a partir do *Fisher Idea Systems Inc.* Todas as entradas no banco de dados são referenciadas de forma cruzada a conceitos. Usa um grande banco de dados de referência cruzada em texto, palavras e frases, representando conceitos e imagens aprimoradas por uma série de questões. O programa também permite a geração de novas idéias baseadas na combinação de palavras, pela criação de uma lista de pessoas, animais, verbos, adjetivos e frases que são associadas com a combinação de duas palavras que o usuário escolhe.

Alguns outros programas relacionados com processadores de idéias são:

- O *Ideatree* possui um foco exploratório e liga lateralmente e hierarquicamente conceitos que existem nas caixas de idéias do programa;
- O Emergent Media Environment (EME) é um sistema computacional interativo que integra instrumentos para auxílio à geração, coleta, organização e apresentação de idéias e conselhos sobre a convergência e divergência delas;
- O GENI (GENerating Ideas) incorpora uma variedade de técnicas para auxiliar a confecção de diferentes tipos de conexões: as internas — entre elementos do problema focal propriamente dito — e as externas — entre o problema focal e fatores externos.

Existem muitos programas processadores de idéias disponíveis na Internet. Na sua maioria são produtos comerciais. Alguns desses programas podem ser encontrados nos seguintes endereços:

- <http://www.maxthink.com>;
- <http://www.inspiration.com>;
- <http://www.signet.com.cg/axon2000>.

Softwares de Visualização e Sistemas Gráficos

Existem também métodos de suporte por computador, para expressar conhecimento sobre dados na forma de regra, tais como a visualização de dados e técnicas

gráficas. A visualização de dados e as técnicas gráficas são muito importantes como suporte à criatividade. Elas envolvem trabalhar com dados visuais tais como imagens, desenhos, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e objetos gráficos, que são especificados para um domínio e expressam idéias e conceitos com a utilização de esquemas, de anotações e pelo exame de pontos de vista múltiplos ou alternativos dos mesmos dados, variando conforme o domínio de interesse.

Existem muitos desses sistemas que oferecem várias oportunidades aos usuários. Um sistema de visualização, o *Inspiration*, da Inspiration Inc., fornece o substrato no qual o usuário pode rapidamente gravar e arranjar idéias à medida que elas surgem, permitindo uma abordagem visual para organizar as idéias. O sistema também pode mudar o relacionamento entre idéias e conectar idéias relacionadas, arrastando-as e conectando-as, para criar um mapa gráfico do pensamento dos usuários.

Outro sistema de visualização é o *Axon 200*, usado para criar fluxogramas complexos ou diagramas de conceito e descrever como diferentes fatores ou eventos influenciam os outros. Ele usa listas de verificação e atributos visuais tais como cor, forma, tamanho, posição de escala, profundidade, ligação e ícones. Também cria diagramas de relacionamento, os quais permitem ao usuário múltiplos relacionamentos entre os vários objetos visuais na tela (Chen, 1998).

Sistemas de visualização são também muito importantes no *design* tal como o *Speech Knowledge Interface System (SKI)* que suporta rápida interação gráfica entre imagens visuais, o *Vehicle Packager Knowledge Support System (VPKSS)* que auxilia projetistas no estágio conceptual do processo de *design* (Candy, 1997).

2.16. Avaliação e Seleção de Alternativas de Projetos

Freqüentemente a etapa de geração criativa resulta no seguinte: um grande número de alternativas inviáveis e/ou uma quantidade de alternativas mutuamente exclusivas. Na fase de análise, a equipe de estudo deve avaliar as alternativas considerando viabilidade e a melhor alternativa de todas. Alternativas são avaliadas por viabilidade para assegurar, em primeiro lugar, que elas possam atender às funções requeridas, e em segundo lugar, que elas atendam aos requisitos estabelecidos. Se a alternativa falha em ambos desses testes, ela é eliminada ou revisada para executar a função e atender aos requisitos. A melhor alternativa é selecionada pelo estabelecimento de critérios contra os quais as várias

alternativas serão medidas. Dependendo da situação, pode-se estabelecer a importância relativa entre critérios (ponderação dos critérios) e medição das alternativas contra os critérios ponderados. Estes passos estão discutidos a seguir. O fluxograma de atividades do processo de avaliação e seleção está mostrado na Figura 2.35.

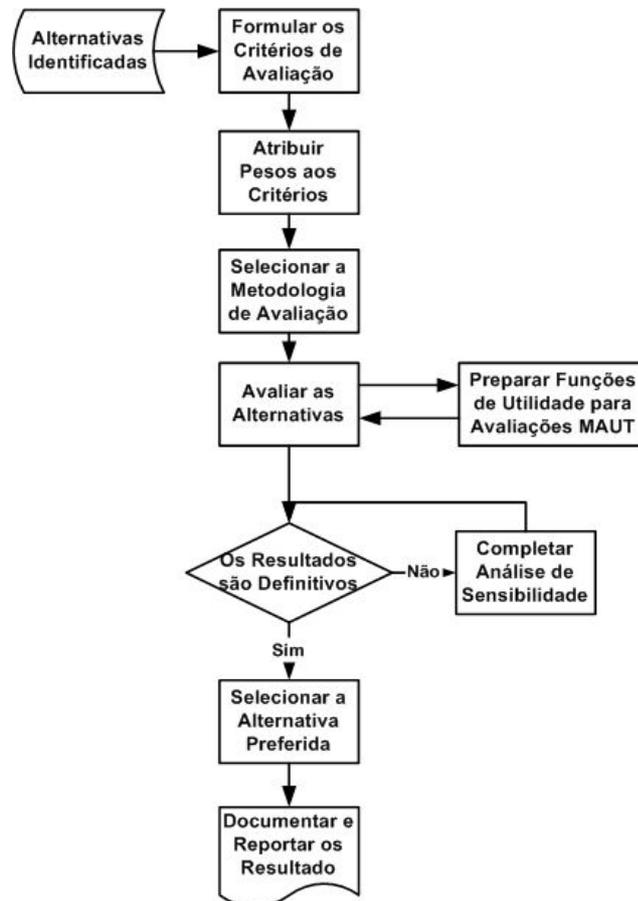


Figura 2.35 – Fluxograma de Processo de Avaliação e Seleção de Alternativas (Modificado de US DOE, 2000b)

2.16.1 Seleção de Critérios

Lista Curta de Critérios

Geralmente, uma vez que a lista de alternativas tenha sido desenvolvida, existe um extenso número de escolhas para atender às funções identificadas. Neste ponto pode ser prudente estreitar esta lista para um número gerenciável. Para fazer isto, um critério de decisão de “lista curta” deve ser empregado. A lista curta identifica critérios que são freqüentemente representados por fatores “PROSSEGUIR/ENCERRAR”, identificados por requisitos como viabilidade tecnológica ou a capacidade de produzir uma dada quantidade

por unidade de tempo. Neste caso, alternativas que não podem ser projetadas para atender aos requisitos de projeto devem ser eliminadas. Cautela deve ser exercitada na eliminação de alternativas usando critérios “PROSSEGUIR/ENCERRAR”, de forma a não eliminar alternativas que poderiam se tornar viáveis. Por exemplo, se o requisito de taxa de produção é 1.000 toneladas por ano, baseado nos requisitos escritos, qualquer alternativa que produza 999 toneladas por ano ou menos é eliminada. Os usuários devem considerar a conveniência de margens de tolerância para permitir a inclusão de alternativas potencialmente interessantes.

Critérios de Decisão

A seleção dos critérios em última análise determina a escolha da alternativa. A identificação de critérios pode ser uma tarefa simples para a equipe de estudo ou pode ser bastante complexa com numerosas decisões incluídas na seleção. Cuidado deve ser tomado para assegurar que os critérios selecionados permitam a discriminação entre as alternativas. Por exemplo, se a cor de todas as alternativas é a mesma, ou se a cor é indiferente para o usuário, portanto, cor não é um critério. Apesar de não existirem requisitos quanto à quantidade ou tipos de critérios para a profundidade do estudo de avaliação de alternativas, critérios são tipicamente selecionados para que seja comensuráveis com o nível ou risco associado com a atividade a ser estudada. Portanto, estudos de avaliação de alternativas para os quais é esperado um nível de risco associado mais baixo, usualmente possuem menor número de critérios menos complexos que os estudos de avaliação de alternativas, para os quais os riscos envolvidos são maiores. Desempenho alternativo deve ser capaz de ser medido ou estimado para cada critério de decisão selecionado. Isto pode estar mais envolvido para estudos de avaliação de alternativas mais complexos, mas deve ser dimensionado ao nível de esforço aplicado ao estudo e a fase de desenvolvimento das alternativas. Por exemplo, se as alternativas são concorrentes na fase de pré-conceitual do desenvolvimento e um critério de decisão é selecionado como “maximizar o desempenho y”, o esforço requerido para estimar como as alternativas pontuam em relação a esse critério, não deve requerer um programa de três anos de pesquisa e desenvolvimento.

Quando um estudo de avaliação de alternativas está sendo realizado num projeto, a análise da missão do projeto deve ser a fonte primária para gerar os critérios de decisão. Estes critérios devem ser baseados nas metas do projeto, objetivos, requisitos e outros valores da empresa e das partes interessadas.

Os critérios de decisão devem:

- Diferenciar as alternativas;
- Serem relativos às metas, aos objetivos do projeto e aos valores da empresa e das partes interessadas;
- Serem razoavelmente mensuráveis;
- Serem independentes uns dos outros;
- Serem bem entendidos por todos os responsáveis pela tomada de decisão.

Existem vários métodos disponíveis para facilitar a seleção de critérios. Uma primeira abordagem pode ser a utilização do *brainstorming*, ou análise de *cluster*, complementados pelo *brainstorming* reverso (Seção 2.15). Nesta abordagem, todos os membros da equipe espontaneamente expressam as suas opiniões de critérios e todas as opiniões são registradas. Esta abordagem tem a vantagem de permitir a todos os membros da equipe expressarem as suas idéias de improviso, minimizando o pré-julgamento. A desvantagem desse método é que os membros mais quietos da equipe nunca expressem as suas opiniões. Também podem ser utilizadas a análise de *cluster* e complementar com *brainstorming* reverso.

Um segundo método é o da distribuição circular. Nessa abordagem, os membros da equipe são individualmente solicitados a indicarem os seus critérios. Todas as contribuições são registradas. Este método tem a vantagem de solicitar a opinião de todos os membros da equipe. Entretanto, ele fornece aos membros a oportunidade de pré-julgarem o que eles estão pensando e tende a inibir a criatividade.

Um terceiro método é o desenvolvimento de critérios na direção reversa. Nesta abordagem, os membros da equipe consideram as alternativas disponíveis, identificam diferenças entre as alternativas e desenvolvem critérios que refletem essas diferenças. Pode ser utilizada a técnica de análise de *cluster*. Esta técnica é mais útil quando as alternativas viáveis, inclusive os seus “prós” e “contras” são bem conhecidos.

Em virtude do processo de seleção de critérios estar pesadamente calcado no julgamento humano, o desenvolvimento de critérios é feito manualmente (isto é, sem o auxílio de aplicativos computacionais). Entretanto, um conjunto pré-determinado de critérios pode ser fornecido por fontes externas tais como usuários finais, partes

interessadas e tomadores de decisão, para incorporação no conjunto final. A opinião dos tomadores de decisão é essencial para desenvolver o conjunto de critérios.

Uma vez que o conjunto completo de critérios tenha sido estabelecido, estes critérios podem ser modelados num relacionamento hierárquico de parentesco. A Seção 2.18.3 fornece um exemplo desse processo de modelagem. Apesar da aplicação desta modelagem não estar restrita, ela é mais comumente usada para decisões complexas de alto risco. Portanto, ela é geralmente aplicada aos estudos de alternativa formais. Estabelecer uma relação hierárquica dos critérios facilita o estabelecimento dos seus pesos e a avaliação das alternativas contra esses critérios (Seções 2.16.2 e 2.16.3). Critérios duplicados que não permitem o discernimento entre as alternativas são eliminados.

2.16.2 Ponderação de Critérios

Apesar da ponderação de critérios identificados não ser requerida para todos os processos de seleção de alternativas (Seção 2.16.3), em decisões complexas é difícil de justificar uma única solução sem a consideração da importância relativa dos critérios estabelecidos para tomar a decisão.

A ponderação de critérios pode ser obtida de várias maneiras diferentes (US DOE, 2000b):

- Decisão direta e atribuição de valores constantes para os pesos dos critérios;
- Razões entre pesos e processo analítico hierárquico;
- Razão parcial entre pesos;
- Computação de pesos por meio de ordenamento de importância;
- Computação de pesos baseada no “balanço entre pesos”;
- Computação dos pesos por meio do balanço de alternativas.

Cada um desses métodos está descrito a seguir:

Decisão Direta e Atribuição de Valores Constantes nos Pesos dos Critérios

A maneira mais simples de ponderar os critérios é por meio da entrada direta dos pesos dos critérios. Estes valores ponderados predominantemente provêm diretamente dos tomadores de decisão, e são estabelecidos por meio de julgamento de especialistas, ou uma combinação de ambos. Neste método, uma vez que os critérios tenham sido selecionados,

tomadores de decisão ou especialistas decidem quão importante cada critério é traduzindo esta importância na forma de percentagem ou valor unitário. A cada critério é dada uma pontuação entre 0 e 1 (ou 100%), dependendo da sua importância para a seleção de uma alternativa entre várias. Todos os critérios recebem pesos, sendo a soma total dos pesos igual a 1 (ou 100%). Este método não tem grandes desvantagens, mas pode ser difícil de obter um consenso da equipe com a sua utilização. Além disso, o método pode introduzir tendências adicionais nos julgamentos sobre aqueles que são introduzidos por outros métodos de ponderação (US DOE, 2000b).

Razões entre Pesos e Processo Analítico Hierárquico

Outro método para a ponderação de critérios é a metodologia da razão entre pesos (US DOE, 2000b).

A metodologia da razão entre pesos usa metodologia de classificação de pares e “valor relativo” para ponderar o critério. Cada critério é comparado com outro critério, um conjunto de cada vez. Na comparação dos conjuntos de critérios, os membros da equipe decidem qual dos dois critérios é o mais importante fator na seleção da alternativa e quanto isto representa. O processo de razões entre pesos pode ser completado tanto manualmente ou por meio do uso de várias ferramentas computacionais disponíveis. Na simplificação manual desse método, os membros da equipe concordam coletivamente sobre qual critério num dado par é o mais importante e no valor relativo dessa importância. A escala para “o quanto” é numérica e é determinada pela equipe, apesar de escalas de 1 a 5 e de 1 a 10 serem as mais utilizadas. No último caso, um representa igual importância do critério e 10 representa uma ordem de magnitude da diferença entre os dois critérios.

Uma vez estabelecida, a pontuação de valor relativo é somada para cada critério e então normalizada numa escala de 0 a 10 ou convertida em percentagem, com o total de todos os pontos sendo 100%. A Seção 2.18.4 fornece um modelo e um exemplo da classificação de critérios gerada manualmente.

Vantagens da simplificação manual da comparação entre pares são que, para um pequeno número de critérios, ela pode ser completada rapidamente durante uma sessão interativa. Desvantagens desse método são que um dos critérios identificados deve sempre receber pontuação “0”, portanto eliminando a sua influência na decisão. Verificações de consistência devem ser feitas separadamente (isto é, se $A > B$ e $B > C$ então tanto $A > C$ quanto

A>>C devem ser verdadeiras). Com um grande número de critérios, a consistência total é difícil de ser atingida e muito difícil de ser verificada.

O Processo Analítico Hierárquico usa uma aplicação especializada da metodologia da razão entre pesos. No Processo Analítico Hierárquico, novamente os critérios são comparados em um conjunto de cada vez. Nesta comparação, os membros da equipe coletivamente acordam qual critério é o mais importante e quanto é mais, ou os membros individuais votam nessas comparações. No Processo Analítico Hierárquico, a faixa de pontuação de um critério varia entre 1 e 9. Quando a votação dos indivíduos é utilizada, uma pontuação final única é estabelecida usando a média geométrica entre as pontuações individuais (US DOE, 2000b; Saaty, 1990).

A média geométrica é definida por:

$$GM = \sqrt[n]{S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot \dots \cdot S_n}$$

S_n = pontuação individual da comparação entre pares;

n = número de critérios, variando de 1 a n ;

GM = média geométrica.

Para esta aplicação, a média geométrica é simplesmente a raiz enésima do produto das n pontuações individuais. Seu valor pode ser demonstrado para casos nos quais uma ou mais pontuações são amplamente dispersas do resto. Por exemplo, no conjunto [1, 2, 3, 9], a média aritmética é 3,75, enquanto que a média geométrica é 2,711. Neste caso, a média aritmética é maior que 75% que os elementos individuais. Pelo uso da média geométrica, o impacto das percepções variando amplamente na importância relativa dos critérios é reduzido. O uso do Processo Analítico Hierárquico procede pelo uso de matriz matemática e solução vetorial para estabelecer os pesos dos critérios.

Uma vantagem do Processo Analítico Hierárquico é que todos os critérios recebem pontuação, isto é, o critério A com pontuação 4 é definido como mais importante que o critério B; já o critério B com pontuação $\frac{1}{4}$ em relação ao critério A é considerado como menos importante. Ambos números são utilizados nos cálculos. Portanto, nenhum peso de critério assume o valor zero, como no método simplificado de razões entre pesos.

Da mesma forma que a aplicação do método simplificado de razões entre pesos, a ponderação de critérios utilizando a metodologia de Processo Analítico Hierárquico pode ser executada manualmente. A Seção 2.18.5 fornece instruções detalhadas para o estabelecimento da matriz de ponderação e o uso da solução vetorial para determinar os pesos dos critérios. É recomendado, entretanto, que caso a aplicação manual seja desejada, o método simplificado de razões entre pesos seja empregado.

Muitas ferramentas computacionais estão disponíveis para automatizar a implementação da metodologia de razões entre pesos. Entre eles, os *softwares* Expert Choice (ECPro®) e Logical Decisions® (US DOE, 2000b), ambos utilizam o Processo Analítico Hierárquico, são comparáveis e relativamente fáceis de usar. Uma vantagem da aplicação do Processo Analítico Hierárquico com auxílio do *software* é a verificação interna de consistência das comparações de valores.

Razão Parcial entre Pesos

O método de Razão Parcial entre Pesos utiliza comparações entre pares como no Processo Analítico Hierárquico exceto que somente comparações suficientes de pares são completadas para assegurar que cada critério tenha sido incluído pelo menos uma vez. Em função desse método se basear num conjunto abreviado de comparações entre critérios, nenhum método manual é apresentado. Este processo é, no entanto, suportado por meio da ferramenta computacional Logical Decisions®. Uma vantagem desse método é que ele é relativamente mais rápido que a implementação do Processo Analítico Hierárquico e pode ser utilizado quando os membros da equipe de avaliação estão desconfortáveis na comparação de certos critérios. Entretanto, uma desvantagem é que sem todas as comparações entre pares, a verificação de consistência das entradas não é possível (US DOE, 2000b).

Computação de Pesos por Ordenamento de Importância

Pelo método de Computação de Pesos por Ordenamento de Importância, os membros da equipe definem uma alternativa como sendo o nível menos preferido ou aceitável em relação a todos os critérios. Os membros da equipe então selecionam o critério que eles escolheriam para melhorar, dada esta escolha. Este critério se torna o critério mais importante. O processo continua até que todos os critérios tenham sido classificados. Este método oferece uma vantagem quando a comparação dos critérios na base um a um é

difícil. Uma desvantagem desse método é que a classificação dos critérios é estabelecida por meio de uma interpretação matemática do critério “preferido”. Portanto todos os pesos são estabelecidos num processo de seleção binomial ao invés de um processo de valor relativo(US DOE, 2000b).

Uma vez que o sucesso desse método é baseado no estabelecimento do relacionamento matemático entre os critérios “preferido”, o “próximo preferido” etc., é recomendado que este método, assim como Razão Parcial entre Pesos, seja utilizado por meio de *software* disponível. O Logical Decisions® também fornece á aplicação desse processo.

Computação de Pesos Baseada no Balanço entre Pesos

Computação de Pesos baseada no “Balanço entre Pesos” é uma combinação de ordenamento de preferência e decisão direta. Neste método, como no ordenamento de preferência, os membros da equipe definem uma alternativa como sendo o nível de menor preferência ou aceitável em relação a todos os critérios, então selecionam um critério para melhorar. A este critério é então conferido um “peso de balanço” igual a 100. Os membros da equipe de forma similar selecionam o próximo critério e determinam a sua importância relativa “fazendo um balanço” da sua escala de importância em relação ao primeiro critério, atribuindo-lhe uma percentagem do peso em relação aos 100 pontos do primeiro critério. Este processo continua até que todos os critérios tenham sido ordenados. As vantagens desse método são similares àquelas do ordenamento por preferência, exceto que a classificação dos critérios é ajustada para refletir o julgamento dos avaliadores da importância relativa dos critérios. Uma desvantagem é que a idéia de relativa importância dos critérios por balanço de escala entre eles é bastante abstrata e pode dificultar a sua implementação para os indivíduos (US DOE, 2000b).

Este método é implementado pelo ajuste absoluto dos pesos para que a sua soma resulte na unidade. Isto pode ser feito manualmente ou pela utilização de um *software*. Para grandes matrizes é sugerido que, da mesma forma que no ordenamento de preferência, uma ferramenta computacional seja utilizada. O Logical Decisions® dá suporte à aplicação deste processo.

Computação de Pesos por meio do Balanço de Alternativas

No método de Computação de Pesos por meio do Balanço de Alternativas, duas alternativas de igual preferência são identificadas. Este método é baseado na idéia que duas alternativas igualmente preferidas devem ter igual utilidade. Neste método, os membros da equipe identificam pares de alternativas igualmente preferidas que diferem exatamente em dois critérios distintos, C1 e C2. O balanço inicia com cada uma das duas alternativas recebendo os melhores valores para C1 e C2 e o mínimo para os outros critérios. A Alternativa 1 recebe o melhor valor para C1 e o pior valor para C2 e a Alternativa 2 recebe o melhor valor para C2 e o pior valor para C1. (As alternativas têm igual valor para os critérios restantes). Na execução do balanço, os membros da equipe começam pela identificação de qual das duas alternativas é a preferida. A Alternativa 1, com o melhor valor de C1 e pior valor de C2 é preferida em relação à Alternativa 2 com o melhor valor de C2 e pior valor de C1. Assumindo que a Alternativa 1 é a preferida, os membros da equipe identificariam a mudança de valor em C1 requerido para trazer a Alternativa 2 para um valor de preferência igual ao da Alternativa 1. Os valores são matematicamente manipulados por meio da relação $\text{Peso}(C1) \times \text{Mudança de valor}(C1) = \text{Peso}(C2) \times \text{Mudança de valor}(C2)$ para estabelecer os pesos relativos para os critérios. A desvantagem desse método é que ele requer a entrada matemática para o valor e para mudança de valor de uma alternativa em relação a dois critérios. Esta informação pode dificultar o desenvolvimento. Certas ferramentas computacionais permitem que isso seja feito graficamente. Novamente, o *software* Logical Decisions® dá suporte à aplicação deste processo (US DOE, 2000b).

No Quadro 2.8 está apresentado um sumário das metodologias de ponderação de critérios descritas, indicando suas vantagens, limitações e usos recomendados.

Quadro 2.8 – Sumário das Metodologias de Ponderação de Critérios

(Continua)

Metodologia	Limitações	Vantagens	Usos Recomendados
Decisão Direta e atribuição de valores constantes nos pesos dos critérios	Mais propenso a introduzir tendências pessoais.	Simples – Não é requerido nenhum esforço de avaliação da equipe para selecionar e ponderar os critérios. Incorpora decisões de alto nível que de outra forma não são aparentes para avaliação.	Quando os tomadores de decisão têm conhecimento para determinar a importância relativa dos critérios.

Adaptado de US DOE, 2000b

Quadro 2.8 – Sumário das Metodologias de Ponderação de Critérios (conclusão)

Metodologia	Limitações	Vantagens	Usos Recomendados
Razão entre Pesos	<p>Elimina critérios de pouca importância.</p> <p>A verificação de consistência dos dados é difícil, particularmente quando existe um grande número de critérios.</p> <p>Não estrutura hierarquicamente os critérios</p>	Permite rápida finalização da ponderação dos critérios em sessões interativas.	<p>Quando existem poucos critérios, quando os critérios são independentes entre si e quando a estruturação hierárquica dos critérios não é necessária.</p> <p>Quando o critério menos importante não terá influência na seleção da alternativa.</p>
Razão entre Pesos Processo Analítico Hierárquico	<p>Pode necessitar da disponibilidade de <i>software</i> para uma implementação eficiente em certas aplicações.</p> <p>No caso de sessão interativa com uso de <i>software</i>, requer o suporte de equipamento para entrada de dados e disponibilização de resultados durante a sessão.</p>	Acomodação de numerosos critérios, alguns dos quais derivados de outros (Estrutura Hierárquica).	<p>Quando avaliações de sensibilidade são desejáveis.</p> <p>Quando a atividade é complexa.</p> <p>Quando as conseqüências da decisão resultam em alto risco para a atividade.</p>
Razão Parcial entre Pesos	<p>Não é possível a verificação individual dos dados.</p> <p>Veja metodologia anterior.</p>	Elimina a necessidade de comparar critérios que são de difícil comparação	Quando os avaliadores têm dificuldade com a comparação de vários critérios.
Computação de Pesos por Ordenamento de Importância	<p>Não usa valores relativos de critérios para determinar os pesos</p> <p>Requer alternativa com mais baixa pontuação em todos os critérios</p>	<p>A comparação direta entre critérios não é requerida.</p> <p>Mais rápido que o Processo Analítico Hierárquico para sessões interativas.</p>	Quando a comparação um a um dos critérios não é viável
Computação de Pesos baseada no Balanço entre Pesos	<p>Requer mais tempo que o ordenamento de Importância.</p> <p>Conceito abstrato</p>	<p>A comparação direta entre critérios não é requerida.</p> <p>Demanda a opinião de especialistas e dos tomadores de decisão.</p>	<p>Quando a comparação um a um dos critérios não é viável</p> <p>Quando uma ponderação mais representativa é desejada.</p>
Computação de Pesos por meio do Balanço entre Alternativas	<p>Requer o conhecimento de duas alternativas que são igualmente preferidas.</p> <p>Requer valores numéricos alternativos.</p>	Compara os critérios em relação a um exemplo.	<p>Quando alternativas são igualmente preferidas, mas por diferentes razões.</p> <p>Quando uma ponderação mais representativa é desejada.</p>

2.16.3 Seleção de Alternativas

Da mesma forma que a ponderação de critérios, a seleção de uma alternativa preferida pode ser feita por meio de processo manual ou auxiliada por um *software*. Existem métodos reconhecidos para a seleção da alternativa preferida. Seis desses métodos são descritos a seguir (US DOE, 2000b).

Discussão de Prós e Contras

Quase que invariavelmente, numa avaliação de múltiplas alternativas, cada alternativa é considerada como tendo vantagens (prós) e desvantagens (contras) distintas quando comparadas com outras alternativas. Neste método, esses prós e contras se tornam os critérios em relação aos quais cada alternativa será avaliada. Para avaliações de alternativas simples, não complexas, com mínimo risco, nas quais os prós e contras são distintos entre as alternativas, um método aceitável para selecionar a alternativa preferida é a apresentação geral e discussão desses prós e contras. Apesar da ponderação desses prós e contras não ser requerida, a discussão deve incluir uma justificativa do porquê dos prós de uma alternativa serem mais importantes e os contras terem menor consequência daqueles de outras alternativas (US DOE, 2000b).

Como um exemplo, seja um objetivo de selecionar qual melhor sistema para reciclagem de plásticos. Considerando-se as três alternativas a seguir (Rolim, 2004):

- Reciclagem energética: consiste em recuperar a energia contida nos resíduos sólidos urbanos na forma de energia elétrica ou térmica;
- Reciclagem química: promove a despolimerização dos materiais plásticos para a obtenção de gases e óleos, a serem utilizados como matéria-prima na fabricação de outros polímeros com as mesmas propriedades das resinas originais;
- Reciclagem mecânica: consiste na conversão física dos materiais plásticos em grânulos, que serão transformados novamente em outros produtos.

Dadas as alternativas de reciclagem energética, reciclagem química e reciclagem mecânica, os prós e contras estão listados no Quadro 2.9:

Neste caso, uma vez que o menor custo de investimento e de operação do sistema de reciclagem mecânica compensa as dificuldades de fornecimento de matéria-prima, uma

discussão relativa aos sistemas apresentados justificaria a seleção do sistema de reciclagem mecânica, baseada no custo estimado da aplicação e do seu ciclo completo de vida (capital investido mais custo de operação e manutenção).

Quadro 2.9 – Avaliação de Múltiplas Alternativas	
Prós	Contras
<p><u>Reciclagem energética:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Produção de energia com redução em até 90% do volume. <p><u>Reciclagem química:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite a utilização de misturas de diferentes tipos de plásticos. <p><u>Reciclagem mecânica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Custo acessível e tecnologia com reduzido grau de exigência técnica, permitindo absorção de mão-de-obra não especializada; • Menor investimento comparativo para proteção do meio-ambiente. 	<p><u>Reciclagem energética:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Custo elevado das instalações, dos sistemas de controle de emissões e operacional; • Mão-de-obra especializada. <p><u>Reciclagem química:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Custo muito elevado. <p><u>Reciclagem mecânica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de fornecimento contínuo e homogêneo, por falta de coleta seletiva; • Grande parte do material vem contaminada por resíduos orgânicos e com ausência de código de identificação das resinas (Norma NBR 13.230)
<p><u>Reciclagem mecânica:</u> mais barata</p>	<p><u>Reciclagem mecânica:</u> fornecimento de matéria-prima</p>

Adaptado de Rolim, 2004.

Uma vez que esse método presume simplicidade da atividade a ser estudada, bem como das alternativas sob consideração, o método é somente utilizado para estudos de alternativa que não demandarão um relatório formal específico, conforme descrito na Seção 2.17.

Método de Critérios não Ponderados

Este método, para a seleção de uma alternativa preferida entre várias escolhas, envolve o desenvolvimento e o uso de critérios. Estes critérios, entretanto, não são ponderados e são somente levemente diferentes do método prós e contras, conforme descrito anteriormente (US DOE, 2000b).

Neste método, uma lista de critérios é estabelecida, usualmente desenvolvida como resultado do conhecimento dos avaliadores das vantagens e desvantagens das várias alternativas. Esses critérios são então listados de um lado (tanto na vertical como na horizontal) de uma matriz. As alternativas identificadas são listadas no outro lado. Cada alternativa é então avaliada em relação aos critérios e designado uma classificação comparativa. Esta classificação pode ser numérica ou representativa das diferenças (por exemplo, +, -, 0). A alternativa de pontuação mais positiva é a alternativa preferida (US DOE, 2000b).

Seja novamente o exemplo da seleção de um sistema para reciclagem de plásticos. Considere-se o conjunto de seleção composto pelos sistemas de reciclagem energética, reciclagem química e reciclagem mecânica e os critérios “custo do capital de investimento”, “custo de operação”, “custo de manutenção”, “qualificação da mão-de-obra”, tabulados conforme o Quadro 2.10.

Dessa matriz, todas as alternativas exceto o sistema de reciclagem mecânica, aparecem com uma média negativa em relação aos critérios selecionados. O sistema de reciclagem mecânica tem uma média positiva. Portanto, o sistema de reciclagem mecânica seria a alternativa preferida, considerando-se a realidade do Brasil.

Quadro 2.10 – Método para Seleção da Alternativa Preferida			
	energética	química	mecânica
Custo Capital	-	-	+
Custo Manutenção	-	-	0
Custo Operação	-	-	0
Qualificação mão-de-obra	-	-	+

Uma desvantagem intuitivamente óbvia desse método é a falta da importância relativa entre os critérios. Portanto, a utilidade do método é maior quando todos os critérios

possuem a mesma importância relativa, ou quando a seleção de uma alternativa consiste simplesmente em fazer a escolha, e o resultado da decisão é essencialmente livre de riscos.

Método da Dominância

O método da dominância compara todos os critérios de uma alternativa com a outra, da seguinte maneira (US DOE, 2000b):

Se as pontuações de todos os critérios para uma alternativa são mais altas que as pontuações para outra alternativa, então a primeira alternativa é dita como sendo dominante sobre a segunda. Em virtude das pontuações de todos os critérios serem mais altas do que aqueles da outra(s) alternativa(s), este método não requer que os critérios sejam ponderados. A alternativa determinada como sendo dominante se torna a seleção preferida. Este método é mais útil quando existe um número excepcionalmente grande de alternativas e uma quantidade relativamente pequena de critérios, no qual uma alternativa usualmente não pontua mais alta que a outra alternativa em todos os critérios, especialmente uma vez que as alternativas “menos viáveis” são eliminadas. Apesar desse método ser útil para reduzir o número de alternativas, ele usualmente não resultará uma única alternativa preferida.

Método Seqüencial de Eliminação

O método seqüencial de eliminação considera um critério por vez para examinar a eliminação das alternativas (US DOE, 2000b).

- A alternativa que possua o mais alto valor para o critério mais importante é a escolhida. Se um número de alternativas tem igual desempenho, elas permanecem viáveis;
- As alternativas que permanecerem viáveis são avaliadas seqüencialmente para cada critério, em ordem ascendente de importância dos critérios, até que somente uma alternativa permaneça. Esta alternativa se torna a preferida.

Apesar desse método ser viável, sua aplicação é extremamente limitada, pois ele não considera todos os critérios concorrentemente, e de fato, geralmente negligencia aqueles critérios de menor importância.

Método Minmax

O método Minmax é iniciado pela identificação, para cada alternativa, da pontuação mais baixa da alternativa em relação a qualquer critério. A equipe determina qual das baixas pontuações é a mais alta. A alternativa com a mais alta das baixas pontuações se torna a alternativa preferida (US DOE, 2000b).

Como os outros métodos, este método pode não definir de forma definitiva a seleção de uma alternativa. Adicionalmente, este método tem a desvantagem de considerar somente o critério mais fraco de cada alternativa, independente da importância relativa do critério em relação aos outros critérios. Uma vez que, predominantemente, o critério de valor mais baixo para cada alternativa vem de critérios diferentes, as comparações são baseadas em padrões dissimilares.

Método de Pontuação

Usar um método de pontuação é a técnica preferida para avaliar alternativas e selecionar a alternativa preferida. No método de pontuação o mérito de cada alternativa é determinado pela soma das contribuições de cada critério para cada alternativa. Neste método, critérios ponderados devem ser usados se os critérios possuem variação de graus de importância. No método de pontuação, a seleção da alternativa utiliza critérios definidos e ponderados para selecionar a alternativa ótima entre um conjunto de alternativas que atendem a uma função definida. Um exemplo simplificado desse processo está apresentado na Seção 2.18.3 (US DOE, 2000b).

A parte da aplicação simplificada fornecida na Seção 2.18.3, dois dos métodos mais comuns de pontuação para a seleção de alternativas são a Teoria de Multi-Atributo de Utilidade - MAUT e o Processo Analítico Hierárquico - AHP. Ambos processos podem ser feitos manualmente, apesar da manipulação matemática dos dados se tornar trabalhosa. Geralmente essas ferramentas são aplicadas com auxílio de *software*. A ferramenta ECPro (INCOSE, 2002) suporta o Processo Analítico Hierárquico, enquanto que a ferramenta Logical Decisions[®] fornece suporte a ambos MAUT e AHP (INCOSE, 2002).

O fundamento do MAUT é o uso das funções de utilidade. Essas funções de utilidade são direcionadas para permitir comparações uma a uma, para critérios diversos de decisão. Todo critério de decisão no estudo de alternativa tem uma função de utilidade criada para ele. As funções de utilidade servem para transformar critérios diversos em um

comum, numa escala adimensional ou de “utilidade”. Uma vez que as funções de utilidade tenham sido criadas, pontuações grosseiras das alternativas podem ser convertidas para uma pontuação de utilidade e então elas podem ser comparadas uma com as outras, e uma pontuação para todos os critérios pode ser totalizada para a alternativa.

A função de utilidade converte uma pontuação bruta de uma alternativa, considerando um dado critério de decisão, numa pontuação normalizada de utilidade a qual reflete os valores dos tomadores de decisão. Seja um exemplo de um critério de decisão para minimizar o ciclo de tempo e outro para minimizar a quantidade de rejeito líquido gerada. Para este exemplo, três alternativas atendem a todos requisitos e são consideradas viáveis. São mostradas na Tabela 2.1, as pontuações brutas das alternativas relativas a dois critérios de decisão.

Tabela 2.1 – Pontuações Brutas das Alternativas por Critério de Decisão			
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Ciclo de Tempo (horas)	3	6,5	4
Rejeito Líquido (galões)	22	5	15

Adaptado de US DOE, 2000b.

A Figura 2.36 ilustra duas possíveis funções de utilidade para os dois critérios de decisão. O intervalo dos valores de utilidade é tipicamente de 0 a 1, mas pode ser qualquer intervalo desde que consistente com cada critério de decisão. Pode ser visto a partir das funções de utilidade, que a melhor pontuação bruta para cada critério é usualmente designada pelo valor 1 e a pior pontuação bruta por 0. Neste caso, um ciclo de tempo de 3 horas poderia receber a pontuação igual a 1 e uma alternativa que gere 22 galões de rejeito líquido receber a nota 0.

A função de utilidade para o ciclo de tempo é representada por uma linha reta indicando que o valor do sistema para os tomadores de decisão é diretamente correlacionado com o ciclo de tempo. Isto quer dizer que um incremento de 1 hora é valorado da mesma forma na extremidade mais baixa do intervalo do ciclo de tempo e na extremidade mais alta do intervalo (indo de 4 para 3 horas no ciclo de tempo tem o mesmo valor em utilidade do que ir de 6,5 para 5,5 horas). O exemplo de função de utilidade para o critério de rejeito líquido, por outro lado, representa um relacionamento não linear entre “valor de utilidade” e galões de rejeito produzidos.

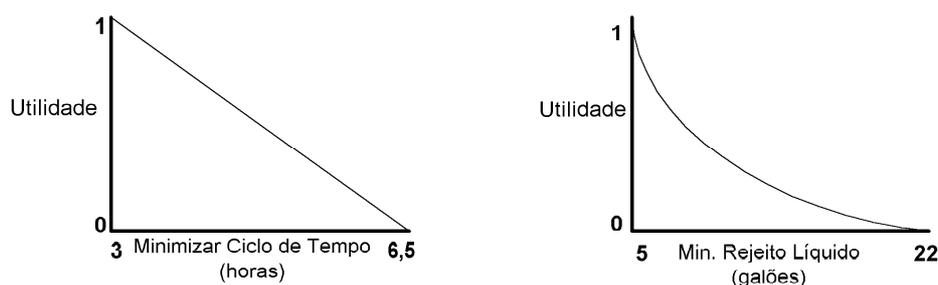


Figura 2.36 – Funções de Utilidade para Dois Critérios de Decisão (US DOE, 2000b)

Com essa função de utilidade não-linear, um incremento de um galão de rejeito produzido tem uma utilidade diferente em cada extremidade do intervalo de rejeito líquido produzido. Esta função de utilidade indica que movendo de 5 para 6 galões produz uma queda significativamente maior na pontuação da utilidade do que movendo de 21 para 22 galões. Isto, de fato, indica que o valor de uma alternativa que produz uma pequena quantidade de rejeitos possui um valor maior para os tomadores de decisão do que uma que produz rejeito no intervalo mais alto.

Uma vez que as funções de utilidade são geradas e as pontuações brutas são convertidas em pontuações de utilidade para cada alternativa, as pontuações de utilidade podem ser convertidas numa pontuação ponderada de utilidade (pela multiplicação da pontuação de utilidade pelo peso do critério de decisão) e totalizadas para cada alternativa. Veja a Seção 2.18.4 para um exemplo de avaliação alternativa usando o método MAUT.

O uso das funções de utilidade é tipicamente empregado quando maior for a quantidade de informações disponíveis sobre as alternativas, resultando em estimativas mais firmes do desempenho da alternativa. Entretanto, o método MAUT pode ser empregado quando a pontuação de uma alternativa é mais subjetiva. Quando isto é feito, a função de utilidade é gerada na forma de uma expressão analítica. Esta função é especialmente útil quando estimativas detalhadas do desempenho de uma alternativa estão disponíveis para uma parte dos critérios, mas vários critérios permanecem subjetivos. Neste caso, o estudo de alternativa deve maximizar o uso de informação bem desenvolvida pela utilização do método MAUT com expressões analíticas para alguns critérios.

Exemplo de Função de Utilidade Subjetiva

Seja no exemplo anterior, no qual o critério de ciclo de tempo foi menos desenvolvido e estimativas reais para as alternativas não existem. Neste exemplo, o critério

foi minimizar o tempo para estabilizar completamente um dado tipo de material, utilizando uma função linear. Considere agora que os tomadores de decisão tenham um sentimento mais subjetivo para o tempo requerido para estabilizar o material em cada alternativa, conforme o Quadro 2.11.

Quadro 2.11 – Pontuações das Alternativas			
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Material Estabilizado	Final de 2001	Final de 2008	Final de 2003
Rejeito Líquido (galões)	22	5	15

Adaptado de US DOE, 2000b.

Nesta situação, pode ser utilizada uma expressão não-linear como função de utilidade para o critério de minimizar o tempo de estabilização, conforme o Quadro 2.12:

Quadro 2.12 – Pontuações mais Subjetivas para as Alternativas	
Pontuação de utilidade	Expressão para o desempenho da alternativa
1	O material será estabilizado no final do ano de 2001
0,5	O material será estabilizado no final do ano de 2003
0	O material será estabilizado no final do ano de 2008

Adaptado de US DOE, 2000b.

Com esta função de utilidade, a Alternativa A receberia uma pontuação de utilidade igual a 1 e as Alternativas B e C receberiam pontuações de utilidade iguais a 0 e 0,5, respectivamente. Para este tipo de função, os incrementos de tempo resultam em diferentes comportamentos de utilidade, principalmente nas extremidades do intervalo, o que demanda uma maior quantidade de pontos para que as decisões sejam corretamente embasadas.

Quando aplicar o método MAUT para critérios mais subjetivos, é recomendado que as descrições de desempenhos das alternativas sejam tão detalhadas quanto possíveis e que, no mínimo, quatro a cinco pontuações de utilidades sejam descritas, principalmente para expressões não-lineares. Isto permitirá pontuações mais consistentes a serem aplicadas a cada alternativa, principalmente quando um grande número de alternativas está sendo considerado e um grande número de tomadores de decisão está avaliando as alternativas.

Esses exemplos apresentam um pequeno número de funções de utilidade possíveis. Para mais exemplos de funções de utilidade veja a Seção 2.18.5. Como descrito

previamente, para atribuir pesos para os critérios de decisão existem numerosos métodos para geração de funções de utilidade. A Seção 2.18.5 também fornece uma descrição de alguns métodos para gerar funções de utilidade com o auxílio do *software* Logical Decisions®.

O Processo Analítico Hierárquico usa “razão de valores” ao invés de funções puras de utilidade na seleção da alternativa preferida. O Processo Analítico Hierárquico não requer níveis explícitos de medição, apesar de que qualquer medida pode ser definida baseada em *inputs* quantitativos. Nesta metodologia, uma alternativa preferida é selecionada usando comparação entre pares das alternativas, com base em seus desempenhos relativos em relação aos critérios de mais baixo nível na estrutura hierárquica (veja a Seção 2.18.3). A avaliação, ou ponderação das alternativas é similar ao processo definido para a ponderação de critérios (veja a Seção 2.18.5) – isto é, em relação ao Critério A, qual alternativa, 1 ou 2, é melhor, e por quanto – 1x, 2x...9x? Isto resulta nos pesos da alternativa de preferência para cada critério de nível mais baixo. Esses pesos da alternativa de preferência são então multiplicados pelos seus respectivos pesos de critérios e somados para produzir a pontuação total da alternativa de preferência, sendo a mais alta pontuação a da alternativa preferida.

A maior desvantagem do Processo Analítico Hierárquico, tal como percebido por alguns, é o fato que o processo se baseia no julgamento especializado dos tomadores de decisão, tanto na priorização de critérios como na seleção da alternativa preferida, usando comparações subjetivas entre pares. Proponentes do Processo Analítico Hierárquico, por sua vez, vêem este aspecto de subjetividade do processo como definitivamente positivo, no qual é utilizado a base de conhecimento dos tomadores de decisão.

O Quadro 2.13 sumaria as metodologias de seleção de alternativas e suas limitações.

Quadro 2.13 – Sumário de Metodologias para Seleção de Alternativas			
Metodologia	Desvantagens	Vantagens	Usos Recomendados
Discussão de Prós e Contras	A importância relativa dos prós e contras não é prontamente aparente. Limitada a um pequeno número de critérios.	Simples de implementar.	Aplicações de menor risco, poucas alternativas, prós/contras facilmente discerníveis.
Método de Critérios Não Ponderados	A importância relativa dos prós e contras não é prontamente aparente	Simples de implementar. Aplicável para maior número de alternativas e critérios que o método de prós e contras.	Aplicações de menor risco.
Método da Dominância	Requer que uma alternativa seja superior à outra em relação a todos os critérios. Não resulta tipicamente numa alternativa selecionada.	Elimina rapidamente as alternativas que não podem ser solucionadas.	Para eliminar alternativas de uma longa lista antes de fazer um estudo formal de alternativas.
Método da Eliminação Sequencial	Ignora os critérios menos importantes. Não considera o desempenho da alternativa em relação a todos os critérios.	Pode ser implementado rapidamente.	Quando um ou dois critérios dominam a decisão de qual alternativa será selecionada.
Método Minimax	Não resulta tipicamente numa alternativa selecionada. Todos os critérios, menos um são ignorados. Este critério é diferente para outra alternativa.	Pode ser implementado rapidamente.	Quando todos os critérios têm pesos relativamente iguais e as alternativas estão agrupadas proximamente em termos de desempenho em relação aos critérios.
Método de Pontuação – Simplificado	Comparações relativas das alternativas em relação a cada critério são razoavelmente subjetivas. Limitado a um pequeno número de critérios.	Pode ser realizado em sessão interativa sem o uso <i>software</i> . Valores relativos dos critérios são considerados.	Quando o relacionamento das alternativas com relação aos critérios é claro e a atribuição de valores representa diferenças.
Método de Pontuação – MAUT	Requer o desenvolvimento e concordância de funções de utilidade. Requer informações mais bem desenvolvidas do desempenho das alternativas.	Comparação relativa entre as alternativas é a menos subjetiva do que qualquer outro método. Resulta num melhor entendimento dos valores dos tomadores de decisão.	Para decisões complexas e de alto risco requerendo interpretação fácil e resultados defensáveis com alternativas bem desenvolvidas.
Método de Pontuação – AHP	Tipicamente requer apoio computacional para ser eficientemente realizada. A comparação relativa entre as alternativas é um relacionamento linear.	Não requer função de utilidade. Valores relativos de critérios são considerados.	Para decisões complexas e de alto risco com alternativas sob consideração menos desenvolvidas.

Adaptado de US DOE, 2000:b.

2.16.4 Análise de Sensibilidade

Em geral, a preferência por uma alternativa é considerada clara se a pontuação para a alternativa preferida exceder a pontuação de qualquer alternativa em 10% ou mais. Em algumas situações isto não ocorre. Nesses casos um estudo de sensibilidade é recomendado.

O propósito de uma análise de sensibilidade é validar a avaliação de alternativa e classificar as alternativas que resultaram do processo de seleção, pela demonstração de que pequenas mudanças não alteram a classificação da alternativa. Essas pequenas mudanças podem ocorrer para as pontuações das alternativas relativamente aos critérios de decisão, pesos dos critérios, ou requisitos (US DOE, 2000b).

As análises de sensibilidade devem avaliar o impacto do ajuste das pontuações das alternativas para cima e para baixo por aproximadamente 10%. A equipe de decisão deve introduzir mudanças brutas de $\pm 10\%$ para cada alternativa em relação aos critérios de decisão. Se as pequenas mudanças não alterarem os resultados como um todo, então a análise é insensível para as pontuações das alternativas.

Depois de verificar a insensibilidade das pontuações das alternativas, os pesos dos critérios de decisão devem ser verificados quanto à sensibilidade. Novamente, a equipe de decisão deve promover mudanças de $\pm 10\%$ para cada peso dos critérios de decisão, mantendo a soma total dos fatores de peso em 100%. Se essas mudanças não resultarem em alteração da classificação das alternativas, então a decisão da análise é considerada insensível.

Fazendo mudanças menores nos requisitos é outra possibilidade de verificação na análise de sensibilidade. Isto pode permitir alternativas adicionais para qualificar pela análise de passa / não passa nos estágios. Este exercício é sugerido quando existem alternativas próximas de qualquer limite de requisito.

Se qualquer desses passos na análise de sensibilidade resultar em mudança de classificação, a equipe de decisão deve reavaliar o critério, as pontuações das alternativas, ou requisitos que resultaram na sensibilidade. Este passo tem a intenção de assegurar que os valores e pesos dados ao elemento que causou a sensibilidade são apropriados e que a equipe entende o impacto que o elemento tem na decisão.

Deve-se notar que a maioria dos *softwares* disponíveis para a tomada de decisão para a análise de sensibilidade é de fácil execução. Tanto o *software* Logical Decisions® e o ExpertChoice® geram gráficos bastante úteis para analisar a sensibilidade da decisão e ambos também permitem uma análise de sensibilidade dinâmica (INCOSE, 2002).

2.16.5 Caso Especial de Desenvolvimento de Critérios

Freqüentemente, a seleção de uma alternativa é baseada em critérios que não são diretos ou conclusivos. Nestes casos, pode ser necessário avaliar as alternativas em relação a critérios usando um modelo ou análise de apoio “subordinada”. Alguns exemplos disso incluem (US DOE, 2000b):

1. Análise de Custo do Ciclo de Vida

Análise de custo do ciclo de vida é usada para avaliar os custos relativos da alternativa. A análise de custo do ciclo de vida fornece as seguintes informações:

- Informação de custo sobre a efetividade do sistema;
- Custo de desenvolvimento, fabricação, teste, operações, manutenção, suporte, treinamento e descomissionamento;
- Metas de custo do projeto, qualquer mudança projetada na estimativa desses custos e incertezas conhecidas nos custos;
- Impactos das mudanças propostas nos custos do ciclo de vida.

2. Produto Final e Análise de Efetividade de Custo

O produto final e a análise de efetividade de custo são conduzidos em sistemas de processos – ciclos de vida de processos – incluindo características tais como testes, distribuição, operações, suporte, treinamento e descomissionamento. Estas análises dão suporte a:

- Inclusão de fatores de qualidade no ciclo de vida do projeto do produto final (controle de documentação do projeto, especificação de normas, definição das inspeções e testes na fabricação e os registros de qualidade a serem gerados, requisitos de embalagem etc.).

- A definição funcional e os requisitos de desempenho para os ciclos de vida de processos.

3. Análise Ambiental

A análise ambiental é usada para identificar e assegurar conformidade das alternativas com a legislação federal, estadual, municipal e internacional relativa a materiais perigosos utilizados na atividade. Estas análises incluem estudos de impacto ambiental para determinar o impacto de uma alternativa durante o seu ciclo de vida; nos trabalhadores, na população, no meio-ambiente e na propriedade. Essas análises incluem formas de evitar o uso ou a geração de materiais que apresentem perigo ao meio ambiente e capacitar a integração e sincronização com atividades que suportem a documentação EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente).

4. Análise de Risco

A análise de risco é realizada para identificar o impacto de conseqüências indesejáveis, baseada na probabilidade de ocorrência e nas conseqüências dessa ocorrência. Os resultados da análise de risco são priorizados e usados como entrada no estudo de alternativas.

5. Análise Econômica

Uma análise econômica envolve avaliar todos os custos conhecidos de uma alternativa desde as atividades pré-conceituais até o descomissionamento.

6. Modelagem e Otimização

A modelagem é utilizada para facilitar o estudo de uma alternativa pela descrição de um sistema, por meio de uma representação simplificada do mundo real, que abstrai características da situação relativa ao problema a ser analisado. Existem quatro tipos de modelos: físico, analógico, esquemático e matemático.

2.17. Solução Recomendada

Seguindo a seleção da alternativa preferida, a equipe de estudo deve desenvolver detalhes relativos à alternativa selecionada para fornecer uma base sólida que corrobore o resultado da escolha. Este detalhamento inclui:

1. Identificação da alternativa específica ou características da alternativa considerada, inclusive com uma descrição concisa que enfatize as diferenças dessas características entre as alternativas;
2. Vantagens e desvantagens da alternativa preferida sobre as outras alternativas;
3. Comparação do custo do ciclo de vida entre nas várias alternativas viáveis, geralmente recomendado como uma comparação relativa de custo do ciclo de vida, em lugar de uma análise completa do custo do ciclo de vida.

Nem todos os estudos e nem todas as recomendações requerem o mesmo nível de detalhe no seu desenvolvimento. O nível de detalhe é aquele necessário e suficiente para justificar as recomendações. Estudos conduzidos nos estágios iniciais de um projeto, geralmente têm menos dados quantitativos concretos disponíveis que aqueles conduzidos após a fase conceitual ou de projeto detalhado. Frequentemente, os custos são expressos em termos de “ordens de grandeza” e custos de operação e manutenção são baseados nos valores padrões da indústria para um dado tipo e tamanho de instalação. Estudos conduzidos durante a construção e operação devem conter um nível significativo de detalhe relativamente a custos que diferem dos valores padrões da indústria, incluindo custos comparativos das operações e manutenção reais, para justificar uma atividade nesse estágio.

Apresentação e Relatório de Resultados

Os resultados de todos estudos de seleção de alternativas devem ser formalmente registrados.

Relatório Escrito dos Resultados do Estudo

Seguindo-se aos estudos de seleção de alternativas, a equipe de estudo deve documentar os resultados. Para estudos de alternativas informais, isto é frequentemente feito como parte de um outro documento, como por exemplo, um memorando anexado à documentação do projeto. Estudos de alternativas formais são tipicamente documentados em relatórios individuais. Esta documentação deve incluir:

1. Descrição do processo e métodos utilizados;
2. Análise de funções em relação às quais as alternativas foram identificadas;
3. Identificação das várias alternativas propostas, inclusive com uma descrição concisa dessas alternativas;

4. Identificação dos critérios usados para selecionar a alternativa preferida, incluindo descrição do significados dos critérios;
5. Identificação da alternativa preferida, incluindo a avaliação da alternativa em relação aos critérios;
6. Desenvolvimento de documentação da alternativa preferida (veja Seção 2.18);
7. Datas e prazos de execução do estudo;
8. Participantes do estudo e o seu envolvimento passado com a atividade.

Apresentação Oral dos Resultados do Estudo

Seguindo-se a finalização do estudo de alternativas, um ou mais membros da equipe deve preparar uma apresentação formal para a gerência, tomadores de decisão identificando as recomendações para mudança proposta. Esta apresentação deve identificar de forma clara e concisa o “antes” e o “depois”, bem como as vantagens e desvantagens da implementação da mudança proposta e o seu custo relativo. Apresentações de estudos de alternativas deve identificar claramente as várias alternativas consideradas, bem como as vantagens e desvantagens da alternativa selecionada e, caso disponível, uma comparação entre custos das alternativas avaliadas (Rich & Holweg, 2000).

Conteúdo Típico de um Relatório de Estudo de Alternativas

Resumo

Introdução

Fornecer uma descrição geral de escopo, propósito, e cronograma do estudo.

Fundamentos

Fornecer uma breve descrição das atividades que estão sendo estudadas.

Lista de Participantes

Identificar os participantes de estudo.

Premissas e Limitações do Estudo

Identificar qualquer limitação imposta ao estudo e as premissas básicas assumidas.

Metodologia

Descrever a metodologia usada na condução do estudo.

Discussão de Resultados

Fornecer uma discussão detalhada das avaliações conduzidas e dos resultados da avaliação.

Sumário e Conclusões

Fornecer um sumário dos resultados do estudo.

Recomendações

Identificar recomendações resultantes do estudo.

Anexos

Diagrama FAST, metodologia, resultados.

2.18. Exemplos de Modelagem, Ponderação e Seleção de Alternativas**2.18.1. Modelagem e Ponderação de Critérios no Processo Analítico Hierárquico****Modelagem Hierárquica de Critérios**

Em muitos estudos de alternativas existem vários critérios de avaliação identificados que não são independentes entre si ou que estão em níveis diferentes de importância, o que dificulta a comparação direta. Nestes casos pode ser vantajoso agrupar esses critérios dependentes numa estrutura de relacionamento hierárquico. Num conjunto de critérios estruturados hierarquicamente, os critérios são somente avaliados em relação a outros critérios que estão no mesmo nível hierárquico.

Como um exemplo, seja um objetivo de selecionar a melhor tecnologia de combustíveis utilizando a técnica de AHP, a fim de explorar cenários da comercialização das futuras tecnologias para utilização do hidrogênio como combustível para veículos automotores (Winebrake & Creswick, 2003). Sem considerar alternativas específicas, alguns critérios podem ser:

- Produção e distribuição de combustível;
- Acessibilidade para o consumidor;
- Operação do veículo;
- Desempenho na partida do veículo;
- Autonomia com tanque cheio;
- Fontes;
- Aspectos econômicos;

- Aspectos ambientais;
- Emissão de gases – efeito estufa;
- Questões de dependência externa;
- Custos dos veículos;
- Custos dos combustíveis.

Na comparação desses critérios seria muito difícil decidir qual é o mais importante: operação do veículo ou autonomia com tanque cheio; uma vez que a autonomia com tanque cheio é uma parte da operação do veículo. Pode ser igualmente difícil comparar questões de dependência externa com a operação do veículo, uma vez que elas estão em diferentes níveis e uma comparação direta de qual dessas duas é mais importante tem pequena significância.

Se, entretanto, este conjunto de critérios é estruturado hierarquicamente, os critérios “revisados” podem aparecer conforme mostrado na Figura 2.37 e comentados no Quadro 2.14.

Com os critérios nessa estrutura, somente a operação do veículo, a produção e distribuição, as fontes, os aspectos econômicos e os aspectos ambientais são comparados diretamente no nível mais alto. No nível seguinte, sob o item operação do veículo, o desempenho na partida, a autonomia com tanque cheio, a potência máxima, a segurança do sistema e a resposta à aceleração são comparados um em relação aos outros. Procedendo dessa forma, comparações e relacionamentos relativos são mais fáceis de desenvolver e entender.

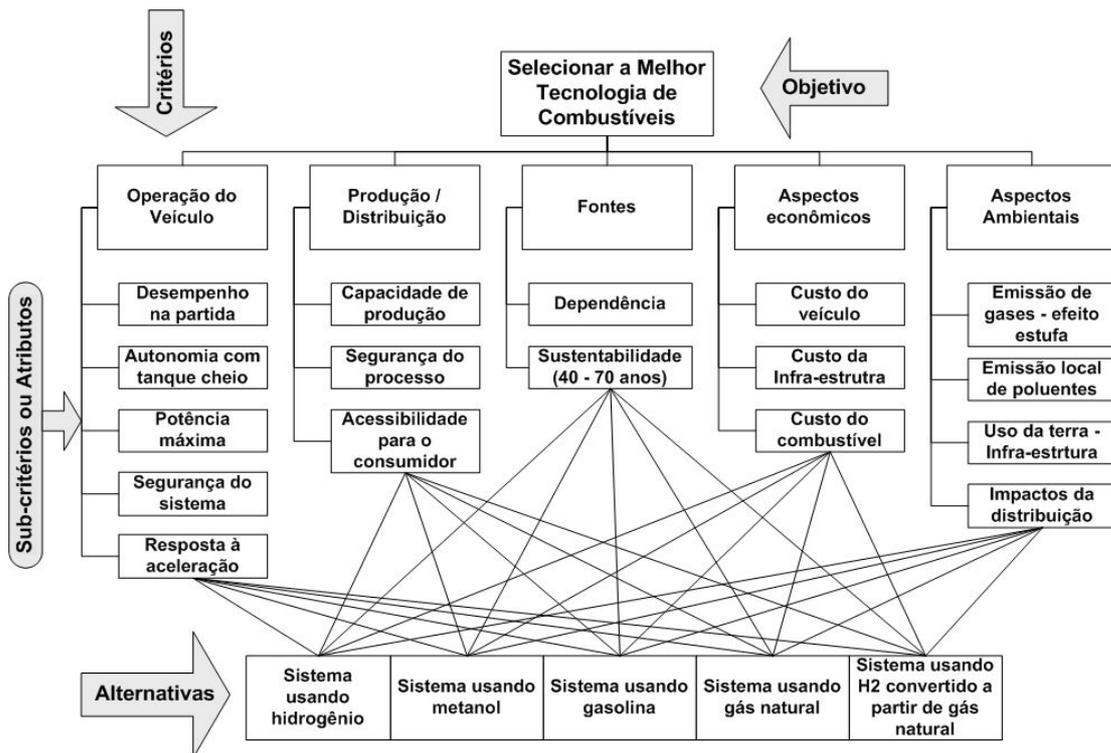


Figura 2.37 – Estrutura Hierárquica para Selecionar a Melhor Tecnologia de Combustíveis (Adaptado de Winebrake & Creswick, 2003)

Os critérios analisados para as alternativas tecnológicas estão comentados no Quadro 2.14.

Quadro 2.14 – Critérios Analisados para as Alternativas Tecnológicas

(Continua)

(1) Produção e distribuição de combustível

Capacidade de produção	Disponibilidade de combustível como estoque de abastecimento para uma dada alternativa. Alternativas que possuem grandes reservas de estoque de abastecimento e melhores capacidades de produção.
Segurança e saúde no trabalho	Questões de segurança e saúde do trabalho, associadas com a produção e a estocagem de combustível, incluindo aspectos de refino, transporte, armazenagem e distribuição do combustível. Alternativas que podem produzir, transportar e estocar de forma segura são as melhores.
Acessibilidade para o consumidor	Uma avaliação do acesso do consumidor para um dado combustível, considerando a disponibilidade de estações de reabastecimento adequadas. Alternativas que possuem uma rede existente de combustível são as melhores.

Adaptado de Winebrake & Creswick, 2003.

Quadro 2.14 – Critérios Analisados para as Alternativas Tecnológicas (continua)

(2) Operação e desempenho do veículo

Desempenho na partida do veículo	O tempo necessário para que um sistema de combustível forneça energia suficiente para a propulsão do veículo. Alternativas que fornecem uma partida rápida são as melhores.
Autonomia com tanque cheio	Distância (km) que um veículo pode percorrer com tanque cheio de combustível. A autonomia é fortemente influenciada pelo peso do veículo e a eficiência do processador de combustível. Alternativas com grandes autonomies são as melhores.
Potência de pico	Máxima potência útil (kW) que um veículo pode atingir com dado sistema de combustível. Alternativas com altas potências máximas são as melhores.
Segurança	Segurança do sistema embarcado e potencial de risco associado com acidentes de veículos. Por exemplo, combustíveis com baixa características de flamabilidade são os melhores.
Resposta à aceleração	Tempo compreendido entre a depressão do acelerador e a resposta do veículo, isto é, quão rápido o combustível é convertido em energia mecânica pelo sistema combustão. Alternativas com rápidos tempos de resposta são as melhores.

(3) Aspectos Ambientais

Emissão de gases – efeito estufa	Emissões de gases que contribuem com o aquecimento global ao longo do ciclo completo do combustível. Alternativas que produzem baixas emissões (por km) são as melhores.
Poluentes locais	Emissões locais ou regionais de poluentes, incluindo material particulado, óxidos de nitrogênio (NO _x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC). Alternativas com baixas emissões (por km) são as melhores.
Uso da terra	Uma medida dos impactos do uso da terra associados com a infraestrutura de distribuição necessária para uma alternativa particular. Alternativas que impliquem em pequeno impacto do uso da terra são as melhores.
Distribuição	Os impactos ambientais da cadeia de atividades, incluindo impactos ambientais do refino, transporte, estocagem e distribuição do combustível. Redes de distribuição que possuem baixa ameaça ao meio-ambiente são as melhores.

Quadro 2.14 – Critérios Analisados para as Alternativas Tecnológicas (conclusão)

(4) Fontes	
Questões de dependência externa	Uma medida do nível de estoque de abastecimento que deve ser importado. Alternativas com altos níveis de estoque de abastecimento doméstico e de produção são as melhores.
Sustentabilidade	Uma medida do estoque de abastecimento por um longo período de tempo (40 a 70 anos), em quantidades suficientes para amplo fornecimento do mercado. Alternativas com recursos abundantes ou renováveis são as melhores.
(5) Aspectos econômicos	
Custo dos veículos	Custo de capital para aquisição de um veículo, incluindo o sistema embarcado de estocagem e processamento do combustível. Alternativas com baixos custos de capital são as melhores.
Custos dos combustíveis	Custos associados com a construção de infra-estrutura necessária para o reabastecimento das alternativas de combustíveis, incluindo estocagem e distribuição. Alternativas de baixos custos são as melhores.
Custos de infra-estrutura	Custos vistos pelos consumidores (centavos/km). Alternativas com baixos custos são as melhores.

Ponderação de Critérios no Processo Analítico Hierárquico

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) utiliza álgebra de matrizes e solução de autovetores num processo iterativo para determinar os pesos dos critérios. Problemas complexos, como o apresentado acima, são resolvidos com o auxílio de *softwares*. No caso do exemplo acima, foi utilizado o ExpertChoice® 2000 (Winebrake & Creswick, 2003).

Para uma melhor compreensão do AHP, apresenta-se a seguir um exemplo simplificado do processo disponível no tutorial do *software* ExpertChoice®, resolvido manualmente, passo a passo.

1. Usando comparações par a par, é criada uma matriz n^2 onde n é o número de critérios a serem comparados. Os valores alimentados na matriz são razões de importância, ou prioridade de um critério sobre o outro. Os valores usados no método AHP geralmente variam entre 1 e 9, e o seu significado de importância está apresentado no Quadro 2.15.

Quadro 2.15 – Escala de Medidas do AHP

Importância	Definição	Comentário
1	Iguais em importância	Dois elementos possuem igual importância em relação ao elemento superior
3	Pouco mais importante	Julgamento levemente favorável a um dos elementos
5	Mais importante	Julgamento fortemente favorável a um dos elementos
7	Muito mais importante	Dominância comprovada na prática por um dos elementos
9	Absolutamente mais importante	Maior ordem de dominância de um elemento sobre outro
2, 4, 6, 8	Situações intermediárias	

Adaptado de Saaty, 1990.

2. No exemplo mostrado a seguir, o critério A é julgado ser levemente menos importante que o critério B (ou $A_1/B_c = 1/2$), enquanto que o critério A é julgado como levemente mais importante que o critério C (ou $A_1/C_c = 3/1$). Para a matriz 3x3 mostrada, a única comparação par a par que falta é a do Critério B em relação ao Critério C, e nesse exemplo, o critério B é julgado como sendo 4 vezes mais importante que o Critério C (ou $B_1/C_c = 4/1$). Uma vez que a diagonal da matriz representa uma comparação de cada critério com ele mesmo, cada um desses valores, por definição, será 1/1. Os demais valores da matriz (B_1/A_c , C_1/A_c , & C_1/B_c) são simplesmente os recíprocos das comparações par a par prévias.

	A_c	B_c	C_c
A_1	1/1	1/2	3/1
B_1	2/1	1/1	4/1
C_1	1/3	1/4	1/1

Onde: 1 = linha e c = coluna

3. O passo seguinte é converter os valores fracionários para os decimais equivalentes ou na precisão desejada, que neste caso é quatro casas decimais, e então computar o quadrado da matriz. Para o exemplo mostrado, $(A_1/A_c)^2 = (A_1/A_c \times A_1/A_c) + (A_1/B_c \times B_1/A_c) + (A_1/C_c \times C_1/A_c)$ ou $(A_1/A_c)^2 = (1,000 \times 1,000) + (0,5000 \times 2,000) + (3,000 \times 0,3333) = 3,0000$. Os demais valores da matriz quadrada são calculados de forma similar.

	A_c	B_c	C_c				
A_1	1,000	0,5000	3,0000	=	3,0000	1,7500	8,0000
B_1	2,000	1,000	4,0000		5,3332	3,0000	14,0000
C_1	0,3333	0,2500	1,0000		1,1666	0,6667	3,0000

4. As somas das linhas são então calculadas para produzir a solução de autovetores e então ser normalizada de tal forma que a soma resulte igual a 1. No exemplo abaixo, o Critério A tem valor $3,000 + 1,7500 + 8,0000 = 12,7500$, com valor normalizado de $12,7500/39,9165 = 0,3194$.

	A _c	B _c	C _c					
A ₁	3,0000	1,7500	8,0000	=	12,7500	=	0,3194	Primeira Iteração
B ₁	5,3332	3,0000	14,0000		22,3332		0,5595	
C ₁	1,1666	0,6667	3,0000		4,8333		0,1211	
Total					39,9165		1,0000	

5. O processo é então repetido usando os valores calculados da matriz da iteração anterior até que as diferenças entre as duas soluções consecutivas seja menor que o valor prescrito. No presente exemplo, significa dizer que não deve haver mudança no valor normalizado da quarta casa decimal. Usando os valores da solução da matriz acima e fazendo o quadrado da nova matriz resulta no seguinte resultado.

	A _c	B _c	C _c				
A ₁	3,0000	1,7500	8,0000	=	27,6653	15,8330	72,4984
B ₁	5,3332	3,0000	14,0000		48,3311	27,6662	126,6642
C ₁	1,1666	0,6667	3,0000		10,5547	6,0414	27,6653

6. As somas das linhas são novamente calculadas para produzir a solução de autovetores, cujo resultado é então normalizado.

	A _c	B _c	C _c					
A ₁	27,6653	15,8330	72,4984	=	115,9967	=	0,3196	Segunda Iteração
B ₁	48,3311	27,6662	126,6642		202,6615		0,5584	
C ₁	10,5547	6,0414	27,6653		44,2614		0,1220	
Total					362,9196		1,0000	

7. A diferença entre a primeiras duas iterações consecutivas é mostrada abaixo. Como existe uma diferença na quarta casa decimal, é necessária uma iteração adicional.

	Resultados da primeira iteração	-	Resultados da segunda iteração	=	Diferença
A	0,3194	-	0,3196	=	-0,0002
B	0,5595	-	0,5584	=	+0,0011
C	0,1211	-	0,1220	=	-0,0009

8. Executando uma outra iteração usando a solução da matriz anterior e fazendo o quadrado da nova matriz produz os seguintes resultados.

	A_c	B_c	C_c	=			
A_l	27,6653	15,8330	72,4984		2295,7940	1314,0554	6016,8543
B_l	48,3311	27,6662	126,6642		4011,1349	2295,8740	10512,4476
C_l	10,5547	6,0414	27,6653		875,9853	501,3923	2295,7968

9. A soma das linhas é novamente calculada para produzir a solução de autovalores e o resultado é então normalizado.

	A_c	B_c	C_c	=			
A_l	2295,7940	1314,0554	6016,8543		9626,7037	0,3196	Terceira Iteração
B_l	4011,1349	2295,8740	10512,4476	=	16819,4565	0,5584	
C_l	875,9853	501,3923	2295,7968		3673,1744	0,1220	
Total				=	30119,3346	1,0000	

10. A diferença entre as duas últimas iterações consecutivas é mostrada abaixo.

	Resultados da segunda iteração	-	Resultados da terceira iteração	=	Diferença
A	0,3196	-	0,3196	=	0,0000
B	0,5584	-	0,5584	=	0,0000
C	0,1220	-	0,1220	=	0,0000

11. Uma vez que não existe diferença na quarta casa decimal, não são necessárias iterações adicionais e os pesos dos critérios estão definidos pelos valores da iteração final. Por exemplo, os pesos dos critérios são:

$$A = 0,3196$$

$$B = 0,5584$$

$$C = 0,1220$$

2.18.2. Ponderação Geral de Critérios

Os Quadros 2.16 e 2.17 ilustram um processo típico de ponderação de critérios. Cada critério é listado tanto nas linhas como nas colunas. Cada conjunto de critérios é então comparado, uma vez. A letra em cada bloco representa qual dos dois critérios é mais importante na comparação, enquanto que o número em cada bloco representa o quanto o critério dominante é mais importante que o outro. Uma vez que todas as comparações sejam completadas, a pontuação bruta de cada critério é determinada pela soma numérica designada para cada critério. Esses números são então normalizados numa escala até 10 (dividir cada pontuação pela maior pontuação e multiplicar por 10) ou converter em percentagem.

Quadro 2.16 – Ponderação de Critérios						
Critérios	A	B	C	D	E	
A.		A1	A8	D2	A4	
B.			B4	D3	B1	
C.				D3	E2	
D.					D1	
E.						

Legenda de Ponderação de Fatores:

Sem Diferença					Muito Importante				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Adaptado de US DOE, 2000b.

Quadro 2.17 – Pontuações					
Pontuações					
Critérios	A	B	C	D	E
Pontuações brutas	13	5	0	9	2
Pontuação normalizada	10	4	0	7	2
Pontuação percentual	44%	17%	--	30%	9%

2.18.3. Seleção de Alternativas

A Tabela 2.2 ilustra um típico processo de seleção de alternativas. Os números superiores em cada bloco de pontuação de alternativa representa a pontuação relativa da alternativa em relação ao critério identificado. O número inferior representa a pontuação ponderada da alternativa (Pontuação Relativa x Peso do Critério). Deve-se notar que, a partir desta tabela tomada isoladamente, não é evidente porque a Alternativa 1 recebeu uma pontuação relativa 4 e a Alternativa 2 uma pontuação relativa 3, relativamente ao critério A, etc.

Tabela 2.2 – Processo de Seleção de Alternativas

CRITÉRIO	A	B	C	D	E			PONTUAÇÃO TOTAL
PESO DO CRITÉRIO	10	5	0	7	2			
ALTERNATIVA	PONTUAÇÃO DA ALTERNATIVA/ PONTUAÇÃO PONDERADA							
1. “Alternativa 1”	4/ 40	2/ 10		4/ 28	2/ 4			82
2. “Alternativa 2”	3/ 30	3/ 15		4/ 28	3/ 6			79
3. “Alternativa 3”	4/ 40	4/ 20		4/ 28	5/ 10			98

Neste exemplo o Critério D não contribui para a diferenciação entre as alternativas e pode ser eliminado.

Legenda de Pontuação das Alternativas:

Pior Escolha							Melhor Escolha	
1	2	3	4	5				

US DOE, 2000b

2.18.4. Exemplo de Avaliação de Alternativa Utilizando a Teoria de Multi-Atributo de Utilidade (MAUT)

O seguinte exemplo simples da MAUT é para uma decisão comum que a maioria das pessoas deve tomar, a decisão de qual veículo comprar. Neste caso, os veículos sob consideração são veículos utilitários esportivos. As alternativas foram limitadas em três: A, B e C. Existem cinco critérios definidos e ponderados como segue:

<u>Peso</u>	<u>Critério de Decisão</u>
16%	volume máximo de carga
19%	maximização da milhagem do combustível (mcp – milhas/galão)
24%	maximização da potência
32%	minimização do preço
9%	maximização do estilo e aparência geral

O desempenho das alternativas em relação aos critérios de decisão é fornecido na Tabela 2.3 e em termos de valores brutos das alternativas.

Tabela 2.3 – Desempenho Relativo das Alternativas (Valores Brutos)

	Volume de Carga (pés cúbicos)	Milhagem de combustível (milhas/galão)	Potência	Preço (\$ x 1000)	Estilo/Aparência
Alternativa A	85	17	210	32	Mais atrativo
Alternativa B	60	21	140	25	Menos atrativo
Alternativa C	78	18	173	28	Atrativo

US DOE, 2000b

O tomador da decisão gerou as funções de utilidade mostradas nas Figuras 2.38 e 2.39, para os critérios de decisão.

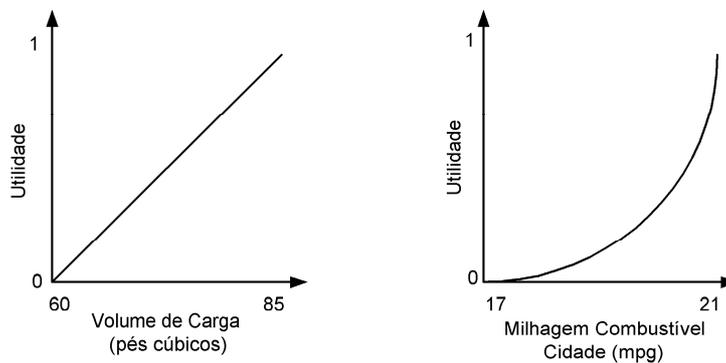


Figura 2.38 – Funções de Utilidade de Carga e Consumo na Cidade (US DOE, 2000b)

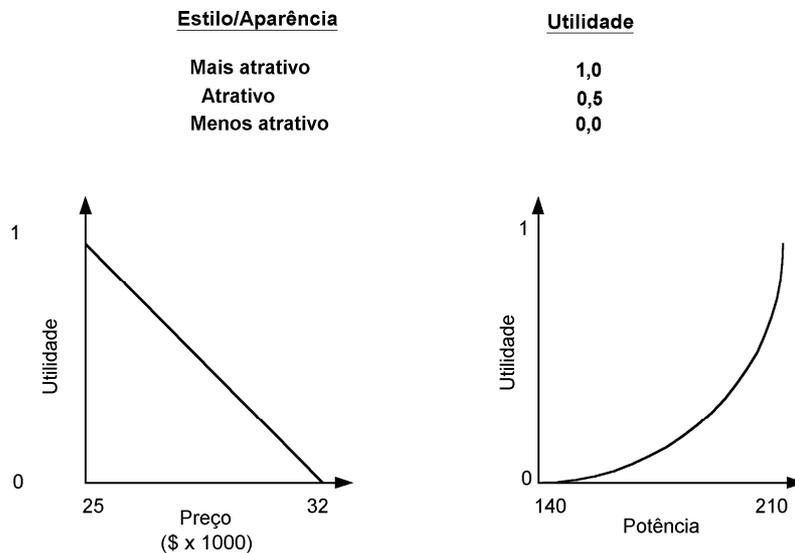


Figura 2.39 – Funções de Utilidade de Preço e Potência (US DOE, 2000b)

Dados os atributos de desempenho, conforme fornecidos na Tabela 2.3 e nas funções de utilidade representadas acima, a pontuação de utilidade das alternativas pode ser determinada. As pontuações de utilidade das alternativas podem ser encontradas na Tabela 2.4 de pontuação de utilidade das alternativas.

Tabela 2.4 – Pontuação de Utilidade das Alternativas

	Volume de Carga (pés cúbicos)	Milhagem de combustível (milhas/galão)	Potência	Preço (\$ x 1000)	Estilo/Aparência
Alternativa A	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Alternativa B	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
Alternativa C	0,72	0,09	0,33	0,57	0,50

US DOE, 2000b.

Agora que os valores de utilidade das alternativas foram gerados, a classificação das alternativas pode ser calculada da mesma maneira que o exemplo da Seção 2.18.5. A classificação geral das alternativas é calculada na Tabela de Cálculo de Classificação de Alternativas a seguir. A primeira e a segunda coluna da tabela fornecem os critérios de decisão e os pesos dos critérios, respectivamente. As alternativas são listadas no topo da tabela na primeira linha. As pontuações de utilidade das alternativas são repetidas no canto superior esquerdo das entradas na tabela. As pontuações de utilidade ponderadas das alternativas são encontradas no canto inferior direito de cada entrada de dados na tabela. As ponderações das pontuações de utilidade são calculadas pela multiplicação da pontuação de utilidade pelo peso do critério de decisão. As pontuações de utilidade ponderadas são então totalizadas para calcular a pontuação geral das alternativas.

Como pode ser visto na Tabela de Cálculo de Classificação da Alternativas, a classificação geral das alternativas ficou sendo:

<u>ALTERNATIVA</u>	<u>CLASSIFICAÇÃO GERAL</u>
Alternativa A	0,49
Alternativa B	0,51
Alternativa C	0,44

Este exemplo resulta numa classificação geral de alternativas, conforme Tabela 2.5, com uma pontuação muito próxima para tomada de decisão. Esta análise de decisão não deve ser encerrada neste ponto. Ao contrário, uma análise de sensibilidade deve ser realizada e os critérios de decisão devem ser revisados por critérios adicionais que permitam uma melhor distinção entre as alternativas.

Tabela 2.5 – Classificação das Alternativas

	Peso Relativo	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Estilo/Aparência	0,09	1,00 0,09	0,00 0,00	0,50 0,05
Volume de Carga	0,16	1,00 0,16	0,00 0,00	0,72 0,12
Potência	0,24	1,00 0,24	0,00 0,00	0,33 0,08
Milhagem Combustível	0,19	0,00 0,00	1,00 0,19	0,09 0,02
Preço	0,32	0,00 0,00	1,00 0,32	0,57 0,18
Total		0,49	0,51	0,44

2.18.5. Exemplos de Funções de Utilidade e Métodos para a Geração de Funções de Utilidade

A seguir estão apresentadas algumas das possíveis funções de utilidade que podem ser utilizadas para descrever as preferências dos tomadores de decisão. Nesses exemplos, os critérios de decisão são relativos à casa a ser comprada em função do tamanho de lote. Estão apresentadas breves discussões para cada exemplo de função de utilidade, a fim de fornecer uma idéia de quando a função de utilidade pode ser aplicada.

A função de utilidade de linha reta, mostrada na Figura 2.40, é tipicamente usada quando o intervalo de desempenho para a viabilidade das alternativas é razoavelmente próximo e não existe uma preferência acentuada por uma extremidade do intervalo em relação à outra. Neste exemplo, o comprador da casa pode estar interessado em um tamanho de lote de aproximadamente 3 acres. As alternativas de casas têm uma estreita variação de tamanhos de lotes entre 1 a 3 acres e isto resulta numa linha reta de função de utilidade.

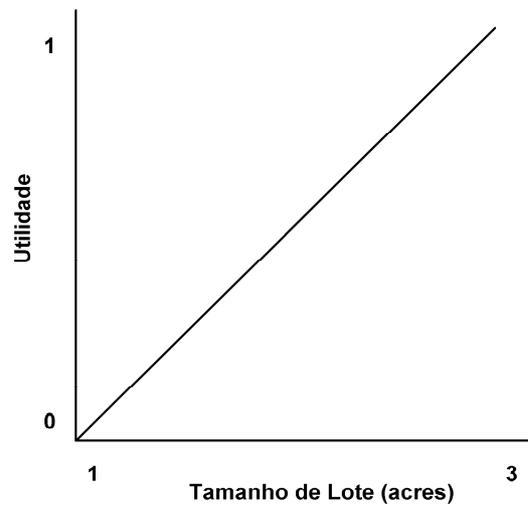


Figura 2.40 – Função de Utilidade de Tamanho de Lote – Linha Reta (US DOE, 2000b)

Neste exemplo, o comprador estava interessado numa casa com um tamanho de lote de 3 acres. Neste caso, entretanto, as alternativas de casas possuíam lotes com um intervalo relativamente grande de tamanhos variando entre 0,4 a 6 acres. O tomador de decisão pode ter sentido que os lotes próximos à extremidade inferior não ofereciam uma separação adequada dos vizinhos. Já as opções de casas na outra extremidade do tamanho de lote poderiam envolver muito trabalho de jardinagem e, portanto, seriam igualmente indesejáveis. Com esta função de utilidade (mostrada na Figura 2.41), as casas com lotes próximos a 3 acres resultaram numa maior pontuação de utilidade em relação ao critério de tamanho de lote.

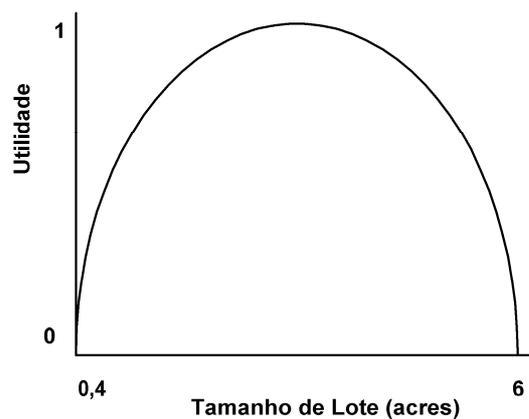


Figura 2.41 – Função de Utilidade de Tamanho de Lote – Foco nos Tamanhos Médios (US DOE, 2000b)

O exemplo de função de utilidade mostrado na Figura 2.42 envolve alternativas de casas com tamanhos de lotes variando entre 0,4 e 6 acres. Esta função de utilidade indica que o tomador de decisão valoriza uma casa com tamanho de lote de, no mínimo, 3 acres e que não tem aversão a lotes maiores, de 6 acres por exemplo. Abaixo de 3 acres, as casas receberão uma nota de utilidade próxima de 0. Acima de 3 acres, as casas irão receber uma nota de utilidade próxima de 1. Esta função de utilidade assemelha-se a um requisito prosseguir / encerrar. Neste exemplo, as casas com lotes menores que 3 acres seriam eliminadas, devido ao requisito de lotes com tamanho mínimo de 3 acres.

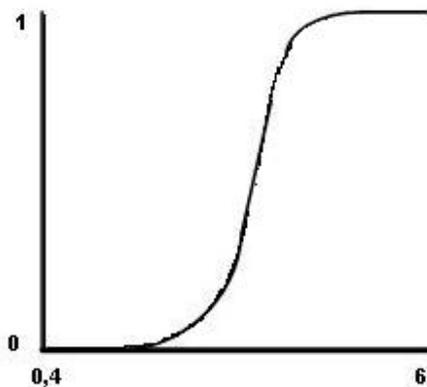


Figura 2.42 – Funções de Utilidade de Tamanho de Lote – Prosseguir / Encerrar (US DOE, 2000b)

O formato da função de utilidade do próximo exemplo é muito comum, quando o intervalo superior é o de maior interesse. Neste exemplo pode ser facilmente visto que o tomador da decisão valoriza as alternativas que têm um lote de tamanho maior. Conforme mostrado na Figura 2.43, a pontuação de utilidade permanece relativamente menor até que os tamanhos de lote se aproximem da extremidade superior do intervalo, quando a pontuação aumenta rapidamente.

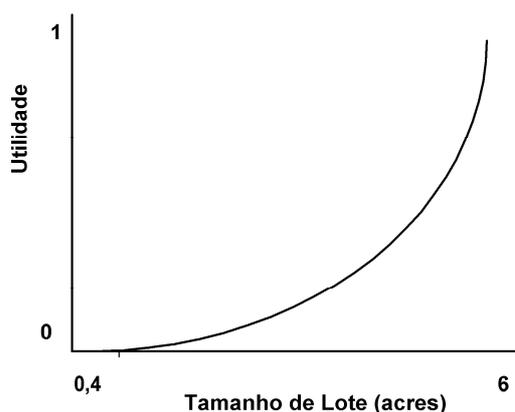


Figura 2.43 – Funções de Utilidade– Foco nos Tamanhos Maiores de Lote

A seguir estão descritos alguns métodos para a geração de funções de utilidade que podem ser utilizados com o auxílio do *software* Logical Decisions[®]. Detalhes das fórmulas e manipulações matemáticas requeridas para gerar as funções de utilidade não são fornecidos nesta revisão, em vez disso, são descritas as escolhas que o tomador de decisão deve tomar. Informações adicionais relativas à matemática que o *software* Logical Decisions[®] emprega para gerar as funções de utilidade podem ser encontradas no Manual do Usuário do Logical Decisions[®] for Windows[™] (INCOSE, 2002).

Linha Reta

O tipo mais comum de função de utilidade usado é a função de utilidade na forma de linha reta. Para gerar uma função de utilidade linear, tipicamente ao desempenho menos preferido, dentre os desempenhos das alternativas sob consideração, é atribuída uma utilidade igual a 0, e ao nível de desempenho mais preferido é atribuída uma utilidade igual a 1. A função de utilidade é então uma linha reta entre esses dois pontos.

Técnica de divisão de nível médio

Esta técnica de geração de função busca estabelecer o nível de preferência que é o meio caminho entre o nível menos e mais preferido. O nível médio de preferência é identificado pelo estabelecimento de duas mudanças no nível de desempenho da alternativa, que têm igual utilidade para o tomador de decisão. A Figura 2.44 ilustra isso. Neste caso, o tomador de decisão prefere a mudança do ponto A para o ponto B na mesma quantidade que a mudança do ponto B para o C. Esta técnica atribui igual utilidade para as mudanças 1 e 2 a fim de gerar a função de decisão.

Uma vez que o ponto de nível médio tenha sido estabelecido, a este ponto é atribuído o valor 0,5 (para uma escala de utilidade entre 0 e 1) e a função de utilidade é traçada entre o ponto médio e os níveis menos e mais preferidos. O exemplo usado na Seção 2.16.3 para o critério de minimização do rejeito líquido está sumariado abaixo. No desempenho das alternativas, o nível médio e as correspondentes funções de utilidade estão mostrados.

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Rejeito Líquido (galões)	22	5	15

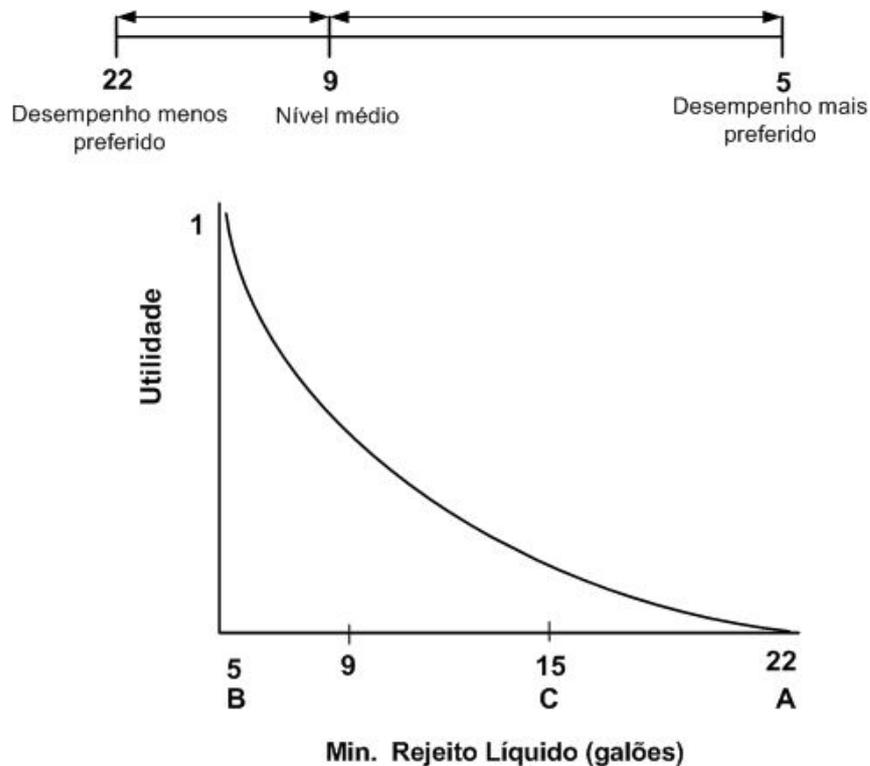


Figura 2.44 – Função de Utilidade com Foco em Rejeito Mínimo (US DOE, 2000b)

Quando utilizar esta técnica para gerar a função de utilidade, o tomador da decisão deve responder a uma série de questões sobre mudanças no desempenho, até que um nível médio possa ser estabelecido. Para o critério de minimização de rejeito líquido, por exemplo, estas questões podem começar com: “A mudança de 22 para 13,5 (13,5 é o ponto médio entre 5 e 22) galões é mais importante que a mudança de 13,5 para 5 galões?” O tomador de decisão teria respondido que a mudança mais importante é a “13,5 para 5 galões”, pois a área abaixo da curva de utilidade neste intervalo indica uma maior resposta

à minimização. Então, esta faixa seria estreitada com outra questão: “A mudança de 22 para 9 galões é mais importante que a mudança de 9 para 5 galões?” Neste exemplo, o tomador de decisão responderia que a mudança de 22 para 9 e a mudança de 9 para 5 galões são igualmente importantes, pela comparação entre as áreas abaixo da curva nestes intervalos. Portanto, 9 é o ponto médio de preferência.

Técnica da Probabilidade

A técnica da probabilidade permite ao tomador de decisão gerar a função de utilidade respondendo a uma questão de probabilidade. Quando esta técnica é empregada, o tomador da decisão deve comparar uma Alternativa A que tem um valor definido para o critério de decisão, com uma Alternativa B, que possui um valor incerto para o mesmo critério de decisão. As alternativas A e B diferem somente por um único critério de decisão, para o qual a função de utilidade é gerada.

Considere o exemplo de minimização da geração de rejeitos líquidos e as três alternativas A, B e C. O desempenho das alternativas em relação aos critérios é repetido a seguir:

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Rejeito Líquido (galões)	22	5	15

Neste exemplo, a faixa de desempenho está entre 5 e 22 galões e o ponto médio é 13,5 galões. A comparação, utilizando o *software* Logical Decisions[®] começaria com:



Partindo-se do valor 13,5 galões de rejeito produzidos (13,5 é o ponto médio entre 5 e 22) a pergunta a ser respondida é se a mudança de 22 para 13,5 galões é mais importante, menos importante ou de igual importância que a mudança de 13,5 para 5 galões. Inicialmente, é assumida igual importância para ambos intervalos, ou seja, $P = 0,5$ ou 50% de probabilidade. Se essas duas alternativas são igualmente preferíveis, o tomador de decisão indicaria a função de utilidade como sendo uma linha reta.

Para os intervalos compreendidos entre 22 galões a 13,5 galões e 13,5 galões a 5 galões, o mais provável é que as alternativas A e B não seriam igualmente preferíveis, fazendo com que o tomador de decisão fosse solicitado a ajustar o valor “L” e a probabilidade “P”, de tal forma que estas alternativas fossem igualmente preferíveis.

Assumindo que o tomador de decisão ajuste “L” para 6,5 e indique que as alternativas A e B são igualmente preferíveis, a função de utilidade mostrada após a geração das alternativas A e B seria:



A Figura 2.45 reproduz a função de utilidade obtida neste exemplo, na qual a área abaixo da curva para os dois intervalos é igual, indicando uma igual preferência para as alternativas A e B.

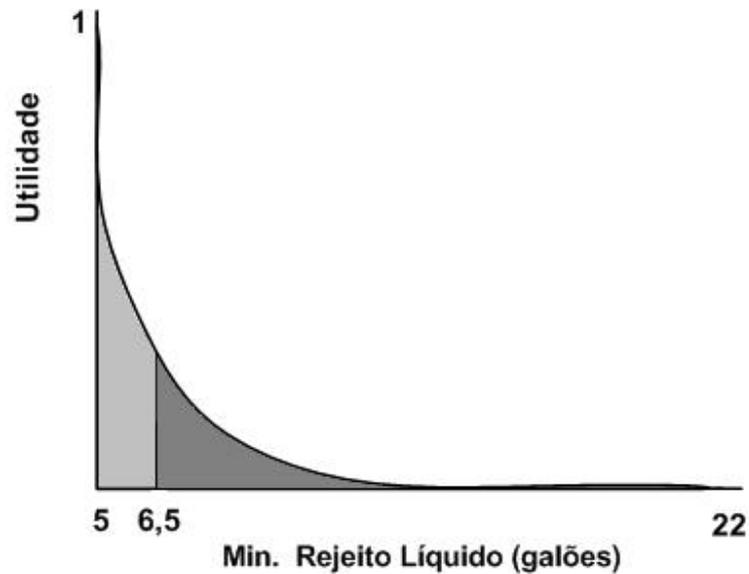


Figura 2.45 – Função de Utilidade com Foco em Rejeito Mínimo (US DOE, 2000b)

3. MODELO PROPOSTO PARA SISTEMATIZAÇÃO DA INOVAÇÃO E DA GERÊNCIA DE PROJETOS NOS PROCESSOS DAS ICT

3.1. Introdução

No capítulo anterior foram descritos os conhecimentos, técnicas e ferramentas utilizadas no gerenciamento de projetos e no desenvolvimento de inovações. Com base nessas descrições, constata-se que a aplicação desses conhecimentos pode assumir diferentes graus de complexidade e sofisticação, resultante do setor tecnológico, da infraestrutura da empresa, do porte, dos riscos e dos investimentos envolvidos nos projetos ou inovações em foco.

O modelo para sistematização da inovação e da gerência de projetos, proposto neste trabalho, é uma metodologia simplificada que combina técnicas de gestão da inovação com técnicas e ferramentas do gerenciamento de projetos, de modo a prover processos sistematizados, passíveis de aplicação aos projetos desenvolvidos nas ICT. O presente modelo foi concebido para fornecer uma visão consistente, mas concisa, do gerenciamento de projetos para as ICT.

A estrutura adotada para o modelo é a de dispor os processos, técnicas e ferramentas ao longo da ordenada temporal, seguindo a seqüência de desenvolvimento do projeto nas suas diferentes fases. Com base no estabelecimento do “quando”, ou seja, para cada fase e na seqüência lógica temporal, são então estabelecidos: “o que” fazer, “como” fazer, e “porque” fazer. Esta abordagem possibilita uma visão geral e integrada do processo de inovação e da gerência de projetos. Desta forma, pretende-se facilitar o trabalho dos usuários na estruturação dos seus projetos por meio de um procedimento sistêmico, com potencial para conduzir a uma maior eficiência. Adicionalmente, o modelo pode vir a estabelecer um processo estruturado de sistematização da inovação para as ICT, que utilizam a gerência de projetos como abordagem de planejamento e gestão.

Neste capítulo estão apresentadas as descrições das metodologias propostas para a sistematização da inovação e da gerência de projetos nas ICT.

No Capítulo 4, visando automatizar e uniformizar a aplicação do modelo, foram desenvolvidos módulos de interface com o usuário, para os quais existem árvores de

decisão que orientam o usuário nas escolhas dos procedimentos, técnicas, ferramentas e arquivos padronizados a serem utilizados em cada fase / atividade.

Conforme mencionado no início desse estudo, algumas condicionantes devem ser consideradas para o desenvolvimento de um modelo para a sistematização da inovação e da gerência de projetos, visando a sua aplicação nas ICT:

- Não existe uma abordagem definida para implementação do processo de inovação nas ICT e nem uma formulação de como estruturá-lo de forma sistêmica;
- Não existe metodologia estabelecida para a gerência de projetos nas ICT. Poucos processos gerenciais são definidos o que faz com que os projetos sejam conduzidos de forma *ad hoc*, sendo que aqueles que são bem sucedidos, resultam basicamente do esforço individual dos seus gestores e não da aplicação de técnicas adequadas;
- Os responsáveis pela gestão de projetos nas ICT, na sua grande maioria, não são especializados e nem possuem treinamento formal na gerência de projetos, apesar desse fato não os isentar do compromisso da boa gestão dos projetos e do cumprimento das suas metas. Sua dedicação para a gerência de projetos é parcial e limitada, pois a sua maioria continua exercendo atividades técnicas, científicas e de ensino, o que não torna possível sua especialização como gerentes de projeto profissionais, conforme os moldes preconizados pelas associações de profissionais de gerência de projetos, tal como o *Project Management Institute* - veja Seção 2.4 (PMIMG, 2003).

Portanto, dois aspectos concorrentes devem ser considerados e equilibrados no desenvolvimento de um modelo de inovação e gerência de projetos para as ICT. O primeiro é que os processos de inovação assim como o gerenciamento de projetos requerem o uso de abordagens metodológicas formais, que incluem etapas de implementação, procedimentos, técnicas e ferramentas. O segundo é que o modelo deve ter um grau de simplificação e praticidade compatível com o perfil dos usuários das ICT sem, no entanto, abrir mão da consistência. A seguir, apresenta-se a metodologia adotada para a construção do modelo, de modo a contemplar e equilibrar os aspectos concorrentes supramencionados.

3.2. Metodologia para Sistematização da Inovação ICT

Para sistematizar a inovação nas ICT, em primeiro lugar é necessário definir em qual etapa dos seus processos a inovação tem maior potencial para ocorrer. Como já mencionado no início deste trabalho, dentro do escopo do presente estudo, a inovação nas ICT está sendo considerada como diretamente associada à geração das alternativas e as suas correspondentes tecnologias, que visam atender uma necessidade ou explorar uma oportunidade, seja originada por editais das agências de fomento, seja por encomenda da iniciativa privada, ou por iniciativa de cunho estratégico para a própria instituição. As etapas de geração de alternativas, seguida da avaliação e seleção daquela preferida, se revestem de alta relevância, pois é aqui que se considera que existe o maior potencial para a sistematização da inovação nas ICT. É na geração e seleção de alternativas e tecnologias onde se define se dada solução será um produto adequado, inovador ou inservível.

Um ciclo de vida genérico de projeto é usualmente descrito por quatro fases: iniciação, planejamento, execução/controle e encerramento, para as quais a solução técnica a ser adotada na execução do projeto já está definida. No presente estudo, a inovação está sendo considerada com maior potencial de ocorrer numa fase anterior a estas, ou seja, na discussão e geração das alternativas de solução técnica a ser adotada num projeto e as suas correspondentes tecnologias. Para contemplar o processo de inovação nas ICT, o ciclo de vida do modelo proposto inclui uma quinta fase: a fase de **Geração de Projetos**, conforme representada na Figura 3.1.

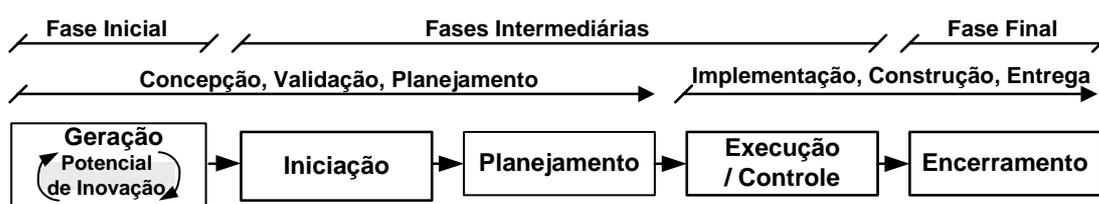


Figura 3.1 – Fases do Ciclo de Vida do Projeto Adotadas para o Modelo

Para tornar o processo de inovação sistemático, isto é, padronizado e repetível, é necessário o estabelecimento das suas etapas de implementação, bem como a indicação das técnicas e metodologias a serem aplicadas a cada uma dessas etapas e que tenham potencial de adaptação à cultura das ICT. Para esta fase, denominada no modelo proposto como **Fase 0 – Geração de Projetos**, estão indicadas as técnicas propostas para sistematizar o processo de inovação.

Considerando-se que a aplicação dessas técnicas seja feita de forma seqüencial, o processo de inovação inicia-se na prospecção das informações disponíveis relativas ao produto ou processo em foco, que possibilitem avaliar qual a solução com melhor potencial para atender as necessidades das partes interessadas; em seguida utilizando-se a técnica da diagramação FAST são analisadas e descritas as funções que o produto deve executar, a seguir, por meio de técnicas de estímulo ao pensamento criativo, são geradas alternativas válidas que preencham essas funções, e, finalmente, é procedida a escolha da melhor solução tecnológica dentre as alternativas válidas, habilitando a alternativa selecionada a avançar para **Fase 1 – Iniciação do Projeto**. Este processo está representado na Figura 3.2.

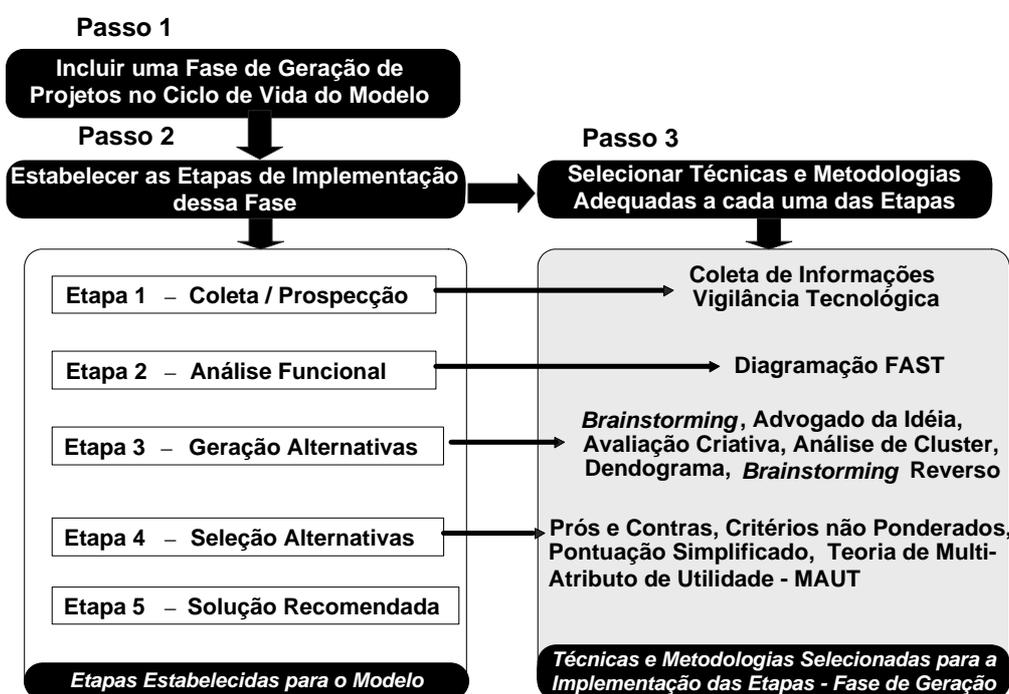


Figura 3.2 – Metodologia para Sistematização da Inovação nas ICT

O Quadro 3.1 sumaria a seqüência de atividades a ser executada na fase de **Geração de Projetos**, com as suas correspondentes técnicas e ferramentas. As técnicas selecionadas são aquelas consideradas adequadas à cultura das ICT. Uma descrição detalhada da implementação e execução dessas técnicas encontra-se no Capítulo 2. As seções específicas correspondentes a cada uma dessas técnicas estão indicadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Fase 0: Geração de Projetos

Atividades/ações	Técnicas/ferramentas
Definir conceitualmente como atender a demanda da necessidade/opportunidade	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de informações – Seção 2.13; • Prospecção de informações — Seção 2.13;
Gerar alternativas válidas	<ul style="list-style-type: none"> • Análise funcional – Seção 2.14; • Técnicas criativas de grupos – Seção 2.15;
Avaliar as alternativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção de critérios — Seção 2.16; • Comparação das alternativas — Seção 2.16,.
Selecionar a melhor alternativa ou a solução recomendada para implementar o projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de consolidação do estudo – Seção 2.17.

No Quadro 3.2, estão indicadas as técnicas selecionadas para a Etapa 3 do modelo proposto, com potencial de aplicação na geração de alternativas no ambiente das ICT.

Quadro 3.2 – Técnicas Criativas para Uso nas ICT

Técnica	Aplicação
<i>Brainstorming</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Para gerar uma ampla lista de idéias para solução de problemas ou uma lista de áreas com problemas para tomada de decisão; • Para desenvolver soluções alternativas e criativas; • Para identificar oportunidades de melhorias; • Para iniciar a inovação de processos, produtos e serviços por meio da participação da equipe.
Advogado da Idéia	<ul style="list-style-type: none"> • Para assegurar um exame justo de todas as idéias; • Para dar a todas as idéias apresentadas, a mesma chance de ser selecionada; • Para apresentar os aspectos positivos de todas as idéias apresentadas.
Análise Criativa	<ul style="list-style-type: none"> • Para categorizar uma lista de idéias, usando critérios estabelecidos pela equipe; • Para avaliar e classificar idéias por grupos; • Para filtrar idéias ou soluções candidatas à implementação.
Análise de Cluster	<ul style="list-style-type: none"> • Para classificar dados dentro de agrupamentos naturais com base em características similares ou relacionadas; • Para identificar as características mais importantes a serem consideradas no desenvolvimento da especificação de um problema; • Para desenvolver grupos de itens mais homogêneos de uma longa lista de itens dissimilares.
Dendograma	<ul style="list-style-type: none"> • Para pesquisar potenciais inovações de produtos; • Para detalhar e classificar grandes conjuntos de dados; • Para revisar e questionar idéias, para solução de problemas ou processo de melhoria.
<i>Brainstorming Reverso</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Para reverso de <i>brainstorming</i>, a fim de verificar fraquezas ou sérias conseqüências; • Para criticar idéias com o propósito de reduzir de muitas para poucas idéias “boas”.

Essas técnicas não requerem apoio de ferramentas computacionais ou treinamento especializado, sendo possível a sua implementação a partir da sua descrição e por meio de capacitação progressiva ao longo de sua aplicação continuada.

No Quadro 3.3 estão descritas as metodologias para a seleção de alternativas com potencial para serem aplicadas no ambiente das ICT. Essas técnicas não requerem apoio de ferramentas computacionais ou treinamento especializado, sendo possível a sua implementação a partir da sua descrição e por meio de capacitação progressiva por meio da sua aplicação continuada.

Quadro 3.3– Sumário de Metodologias para Seleção de Alternativas para as ICT			
Metodologia	Desvantagens	Vantagens	Usos Recomendados
Discussão de Prós e Contras	A importância relativa dos prós e contras não é prontamente aparente. Limitada a um pequeno número de critérios.	Simple de implementar.	Aplicações de menor risco, poucas alternativas, prós/contras facilmente discerníveis.
Método de Critérios Não Ponderados	A importância relativa dos prós e contras não é prontamente aparente	Simple de implementar. Aplicável para maior número de alternativas e critérios que o método de prós e contras.	Aplicações de menor risco.
Método de Pontuação – Simplificado	Comparações relativas das alternativas em relação a cada critério são razoavelmente subjetivas. Limitado a um pequeno número de critérios.	Pode ser realizado em sessão interativa sem o uso <i>software</i> . Valores relativos dos critérios são considerados.	Quando o relacionamento entre as alternativas com relação aos critérios é claro e a atribuição de valores representa diferenças.
Teoria de Multi-Atributo de Utilidade – MAUT	Requer o desenvolvimento e concordância de funções de utilidade. Requer informações mais bem desenvolvidas do desempenho das alternativas.	Comparação relativa entre as alternativas é a menos subjetiva do que qualquer outro método. Resulta num melhor entendimento dos valores dos tomadores de decisão.	Para decisões complexas e de alto risco requerendo interpretação fácil e resultados defensáveis com alternativas bem desenvolvidas.

3.3. Metodologia Adotada para Sistematização da Gerência de Projetos

Para cumprir o requisito básico de praticidade, a metodologia proposta pelo modelo para sistematizar a gerência de projetos deve permitir que ela seja adaptada aos requisitos individuais de cada projeto, ou seja, dimensionada de acordo com a complexidade de cada projeto. Baseado numa estrutura flexível e modular, o modelo proposto foi construído com base no desenvolvimento de documentos padronizados que auxiliam o usuário na elaboração e condução do projeto. Estes documentos incorporam as informações necessárias para conferir consistência ao projeto e são organizados por fase do ciclo de vida, de tal forma que o usuário só utiliza os documentos padronizados apropriados. A complexidade dos documentos padronizados é compatível com a complexidade do projeto em foco, ou seja, um projeto pequeno deve ter um grau mínimo de formalização, o qual deve estar representado no conteúdo da documentação padronizada correspondente.

A Figura 3.3 ilustra esta abordagem, na qual o primeiro passo corresponde à definição dos critérios de classificação dos projetos, de acordo com o seu grau de complexidade. Uma vez definidos os tipos de projeto, são selecionadas as técnicas adequadas para cada um desses tipos, conforme a fase de desenvolvimento em que o projeto se encontra. Finalmente, o processo é sistematizado por meio de documentos padronizados que são reunidos numa biblioteca de padrões, a qual permite ao usuário a seleção somente daqueles documentos que são pertinentes ao tipo do projeto em foco.

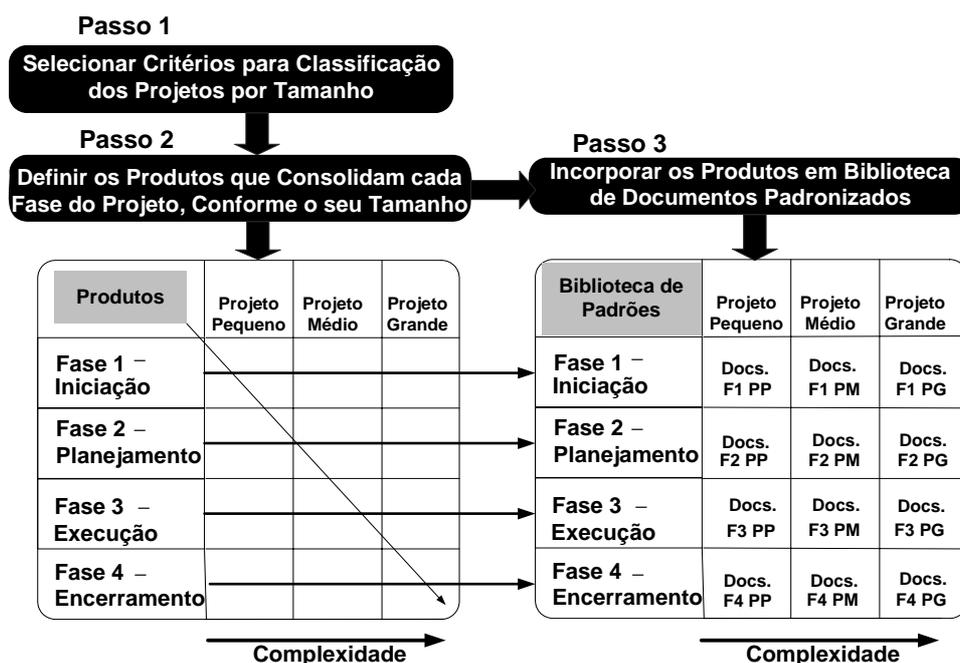


Figura 3.3 – Metodologia para Sistematização da Gerência de Projetos

Considerando as premissas acima, o primeiro passo para a construção do modelo consiste na seleção de critérios de classificação do projeto, segundo a sua complexidade e tamanho.

3.4. Passo 1 – Critérios para Classificação do Tamanho do Projeto

Para definir o grau de formalização a ser adotado para a estruturação do projeto, uma tarefa fundamental a ser empreendida pelo usuário é a determinação do tamanho do projeto. Existem muitos fatores que podem ser levados em conta, tais como: complexidade, requisitos tecnológicos, partes interessadas e habilidades da equipe de projeto.

O Quadro 3.4 sumaria os critérios considerados para a classificação do tamanho de um projeto. Os valores e observações constantes neste quadro são de caráter geral e é provável que não ocorra um enquadramento total na análise de projetos específicos.

A partir da lista de critérios apresentada no Quadro 3.4, foram selecionados para a construção do modelo proposto, aqueles critérios considerados como os mais relevantes para a classificação dos projetos conduzidos nas ICT, que são: o **custo total**, a **duração** e a **complexidade** da tecnologia ou processo a ser empregado.

Para estabelecer o critério de custo total, considerando a realidade brasileira, foram tomados como referência os editais das chamadas públicas da FINEP, para o ano de 2004. Os valores de financiamento desses editais para projetos dos fundos setoriais nas áreas de petróleo, gás e energia variam entre R\$ 50.000 e R\$ 500.000,00, enquanto que para a área de *software* livre atingem valores de até R\$ 1.200.000,00 (FINEP, 2004). Para o modelo proposto está sendo considerada a seguinte classificação quanto ao valor do investimento: **projeto pequeno** – valor de investimento de até 50 mil Reais; **projeto médio** – valor de investimento variando entre 50 mil e 500 mil Reais; **projeto grande** – valor de investimento acima de 500 mil Reais.

Os valores adotados para classificação quanto à duração do projeto são os do Quadro 3.4 e refletem a realidade dos projetos financiados por órgãos de fomento no Brasil: **projeto pequeno** – duração de até 6 meses; **projeto médio** – duração variando entre 6 meses a 12 meses; **projeto grande** – duração superior a 12 meses (FINEP, 2004).

O critério de complexidade é mais subjetivo e depende da análise crítica do executor para determinar o seu grau de importância.

Para a escolha de uma dessas classificações é necessária uma avaliação por parte do usuário. Pode ocorrer, por exemplo, uma situação na qual o projeto objetive a aquisição e a instalação de um único equipamento cujo valor ultrapasse a faixa de um milhão de Reais. Equipamentos sofisticados tais como microscópios e sondas eletrônicas apresentam um alto valor de aquisição, entretanto, não representam uma grande demanda de esforço em homens-hora e de infra-estrutura para sua instalação. Pelo seu valor, este projeto seria classificado como grande, mas seu grau de formalização poderia ser perfeitamente atendido pela estruturação recomendada para um projeto de médio porte, já que quase todo o recurso estaria direcionado para a aquisição do equipamento. Portanto, é fundamental que o usuário avalie criticamente as características do seu projeto para a seleção do grau de formalização que melhor atenda as suas necessidades.

Quadro 3.4 – Critérios para Classificação do Tamanho do Projeto			
Tamanho do projeto	Pequeno	Médio	Grande
Tamanho da equipe	1-2	2-6	6+
Duração	≤6 meses	6 – 12 meses	>12 meses
Cronograma	Flexível	Admite pequenas variações, mas os prazos são firmes.	O prazo está fixado e não pode ser alterado.
Complexidade	Problema e solução são de baixa complexidade. Solução é simples de ser atingida.	Problema e solução são de média complexidade. Solução é razoavelmente trabalhosa para ser atingida.	Problema e solução complexos para definir e entender. Solução é trabalhosa de ser atingida.
Importância estratégica	Interesse unicamente interno.	Impacto moderado nos negócios da organização. Baixa prioridade.	Afeta as atividades essenciais da organização e está incluído nas iniciativas estratégicas.
Custo Total	≤R\$ 50K	R\$ 50K a R\$ 500K	>R\$ 500K
Impacto de mudanças	Impacto na unidade executante.	Impacto em algumas unidades da organização.	Impacto na organização como um todo.
Dependência e inter-relacionamento com outros projetos	Pequena dependência e inter-relacionamento com outros projetos.	Alguma dependência e inter-relacionamento com outros projetos, mas considerada de baixo risco.	Dependência e inter-relacionamento grandes e de alto risco com outros projetos.

Adaptado de (Tasmanian Government, 2001; FINEP, 2004)

3.5. Passo 2 – Fase 1: Produtos que Consolidam a Fase Iniciação do Projeto

O PMBOK[®] 2000 considera que a iniciação de um projeto ocorre quando a organização reconhece que deve começá-lo e se compromete executá-lo. Para efeito do modelo proposto, um projeto se inicia quando existe uma solução recomendada e quando o gerente do projeto é designado. A primeira tarefa desse gerente passa a ser então a elaboração do documento que descreva o que é o projeto, sendo este o principal produto da

Fase de Iniciação e que consolida o conjunto de informações que refletem um consenso entre as partes interessadas.

Para que um projeto tenha chance de ser bem sucedido é fundamental que as partes interessadas compartilhem um entendimento comum e estejam de acordo com os objetivos do projeto, os produtos que serão gerados, o escopo, os riscos, o custo, o prazo e a qualidade.

Tipicamente, um documento de descrição do projeto apresenta uma visão geral do porquê da execução do projeto, o que está incluído e o que não está incluído no escopo, os principais produtos a serem gerados, o esforço requerido, o custo e a duração, bem como as principais premissas assumidas e os riscos envolvidos. Portanto, a fase de iniciação refere-se à definição dos parâmetros críticos do projeto – Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade (ECCQ) e a obtenção de consenso e aprovação por parte das principais partes interessadas. As premissas para a execução do projeto têm que ser repercutidas e acordadas entre as partes interessadas. Por exemplo, se é assumida a disponibilidade de uma infra-estrutura a ser prontificada como resultado de outro projeto, esta premissa deverá ser registrada e o eventual risco da sua indisponibilidade deverá ser igualmente considerado e registrado.

O Quadro 3.5 sumaria as principais atividades, as técnicas e os produtos correspondentes à Fase de Iniciação para o modelo proposto.

Quadro 3.5 – Fase 1: Iniciação do Projeto	
(Continua)	
Atividades/ações	Técnicas/produtos
Designar o gerente do projeto	Não aplicável.
Definir as metas do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Declarações de alto nível que descrevem o que o projeto vai atingir, ou o benefício que será obtido com a sua implementação; • Sumário com análise de custo/benefício; • Motivos que determinaram a escolha no processo de seleção de alternativas.
Definir objetivos do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes marcos concretos do projeto; • Devem ser específicos, mensuráveis, atingíveis, realistas e com prazos definidos; • Incluem uma informação dos produtos, do prazo, e custos envolvidos.
Premissas e Riscos	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer premissas; • Identificação preliminar dos riscos (Senne Jr., 2003);

Quadro 3.5 – Fase 1: Iniciação do Projeto (Conclusão)	
Analisar as partes interessadas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as principais partes interessadas; • Avaliar atribuições e responsabilidades; • Repercutir informações entre as partes interessadas e obter consenso;
Redigir o documento que descreva o projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidar informações dos itens anteriores em documento padronizado; • Colher assinaturas / aprovações.

3.6. Passo 2 – Fase 2: Produtos que Consolidam a Fase de Planejamento do Projeto

Uma vez que o conteúdo do documento de descrição do projeto tenha sido acordado entre a gerência, o cliente, o patrocinador e todas as partes interessadas quanto aos objetivos, as metas e o planejamento do projeto, os parâmetros críticos do projeto – escopo, custo, cronograma e qualidade – devem ser detalhados, de forma que as informações necessárias para o controle da sua execução estejam disponíveis e consolidadas, conforme detalhado nos Quadros 3.6, 3.7, 3.8 e 3.9. Nesta fase os riscos devem ser revisados e quantificados, deve ser assegurado que as atribuições e responsabilidades entre as partes interessadas estão estabelecidas com clareza e deve ser desenvolvido o planejamento das aquisições (fornecedores, modalidades de aquisição e contratação).

Uma das primeiras atividades para a elaboração do planejamento do projeto é o estabelecimento da Estrutura Analítica do Projeto – WBS, que explicita os elementos e os pacotes de trabalho, até o nível de controle onde o planejamento e o gerenciamento serão exercidos.

Definidos os elementos que compõem o escopo do projeto (WBS), deve ser elaborada então uma lista contendo as tarefas que precisam ser realizadas, sendo feito um primeiro esboço do seu ordenamento. Em seguida, são cotejadas as durações das tarefas em relação aos recursos necessários para a sua execução, avaliando qual o impacto no custo. As tarefas são postas em seqüência usando a técnica de diagramação em rede, na qual as relações entre elas são estabelecidas (precedentes e sucessoras – veja Seção 2.2). Os recursos são ajustados para cumprir uma data estabelecida para a conclusão do projeto.

Diagramas de Gantt são elaborados para o acompanhamento do progresso das atividades individuais.

Dependendo do porte do projeto, isto é, da quantidade de documentos a ser gerada, da quantidade de equipamentos, componentes e obras a ser contratada e executada, a colocação de todos os itens individuais no WBS e no diagrama de rede, pode transformar estas ferramentas de gestão em um objetivo em si mesmas, devido ao esforço necessário para a sua atualização. Isto resulta numa perda do foco, pois essas ferramentas devem fornecer sempre uma visão ampla do andamento do projeto para permitir, a tempo, eventuais correções de rumo. Para este caso, o modelo sugere uma estrutura baseada em catálogos (planilhas / banco de dados), onde os itens individuais são listados (veja Seção 4.5).

Nesta fase são reavaliados e quantificados os riscos identificados na Fase de Iniciação, estabelecendo a gerência dos riscos, por meio de desenvolvimento de respostas ao risco e controle das alterações que podem ocorrer no longo prazo.

Quadro 3.6 – Planejamento do Projeto: Definição do Escopo	
Atividades/ações	Técnicas/produtos
Revisar objetivos do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar grandes marcos concretos do projeto; • Revisar produtos, prazos e custos envolvidos.
Elaborar a Estrutura Analítica de Projeto — <i>Work Breakdown Structure</i> — <i>WBS</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Decomposição do projeto em unidades menores, visando estimar mais facilmente o trabalho e os recursos necessários; • Estrutura hierárquica de família de produtos composta por <i>hardware</i>, <i>software</i>, serviços, dados e instalações; • É uma ferramenta que mostra e define o produto, ou produtos, a serem desenvolvidos e/ou produzidos. Apresenta a relação dos elementos de trabalho entre si e sua relação com o produto final.

Quadro 3.7 – Planejamento do Projeto: Definição do Cronograma	
Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Identificar as atividades e os pacotes de atividades	Utilizar a Estrutura Analítica de Projeto (WBS).
Seqüenciar as atividades	Diagrama de rede (veja CPM, Seção 2.2)
Estimar a duração das atividades	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dados históricos</i>: registros de projetos de igual natureza realizados anteriormente; • <i>Analogia</i>: registros de projetos similares; • <i>Razão</i>: similar à técnica de analogia, mas fazendo analogia com projetos de escala maior ou menor; • <i>Opinião de especialistas</i>: em muitas situações é necessário consultar especialistas internos e externos para avaliar a estimativa do trabalho; • <i>Método Delphi</i>: similar à opinião de especialista, esta técnica baseia-se na busca de consenso entre vários especialistas (veja Seção 3.5); • <i>PERT</i>: freqüentemente utilizado para referenciar um diagrama de rede. Entretanto, trata-se de uma técnica de estimativa de duração, que utiliza a média ponderada de três valores para obter uma estimativa final; • <i>Modelagem paramétrica</i>: um módulo ou padrão existente, de modo que a estimativa de um componente pode ser utilizada para efetuar a estimativa global. Exemplo: tubovias para processos petroquímicos.
Alocar os recursos humanos necessários	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Consulta</i> aos membros da equipe e especialista externo; • <i>Dados históricos</i>; • <i>Analogia</i>.
Analisar a interdependência e estimar a duração total do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Método do caminho crítico — CPM</i>; • <i>PERT</i>.
Estabelecer os marcos do projeto — <i>milestones</i>	<i>Estrutura Analítica de Projeto</i> . Conclusão de produtos significativos.
Visão geral da evolução do projeto	<i>Diagrama de barras — Diagrama de Gantt</i>
Acompanhamento	<i>Relatórios periódicos de Status</i> (veja Seção 4.5.2).

Quadro 3.8 – Plano de Execução do Projeto: Definição dos Custos e da Qualidade

Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Estimativa de custos — <i>investimento/ operação</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Estimativa por analogia</i>: usar como base o custo real de um projeto similar realizado; • <i>Estimativa bottom-up</i>: estimar os custos itens individuais (WBS) e somá-los para obter uma estimativa global; • <i>Estimativa paramétrica</i>: usar as características do projeto em um modelo matemático para a estimativa de custos.
Estabelecer os marcos de controle financeiro do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Relatórios para análise e acompanhamento; • Periodicidade de emissão de cada tipo.
Detalhar os requisitos dos produtos do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Normas técnicas a serem observadas; • Normas e critérios da qualidade; • Procedimentos para controle da qualidade

Quadro 3.9 – Planejamento do Projeto: Plano de Gerenciamento dos Riscos

Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Identificar os riscos associados ao projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Listas de verificação; • Diagrama de fluxo; • Consultas a especialistas; • Etc.
Quantificar os riscos — <i>avaliação da probabilidade de ocorrência e o seu impacto no projeto</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Valor monetário esperado; • Cálculo de fatores de risco; • Simulação; • Modelos de determinação probabilística; • Árvore de decisão; • Julgamento de especialista.
Desenvolver resposta ao risco	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Evitar o risco</i>: eliminar as causas do risco; • <i>Aceitar o risco</i>: aceitar as consequências de que o risco ocorra; • <i>Mitigar o risco</i>: reduzir o impacto de um risco pela redução da probabilidade da sua ocorrência; • <i>Seguro</i>; • <i>Planos de contingência e reserva de contingência</i>.

3.7. Passo 2 – Fase 3: Produtos que Consolidam a Fase de Execução/Controle do Projeto

Esta é a fase de maior nível de atividade e de aplicação de recursos, na qual ocorre a mobilização das equipes e a contratação de fornecedores para a execução, a prontificação e os testes do objeto do projeto. O Quadro 3.10 sumaria as principais atividades, as técnicas e os produtos a serem obtidos nesta fase.

Nesta fase, são concluídos os detalhamentos dos desenhos, especificações técnicas e de garantia da qualidade, que descrevem os produtos que constituem o projeto e que servirão como a documentação de referência para sua execução na própria empresa, ou para contratação externa em outras empresas.

Nesta fase, são também identificados e selecionados os fornecedores e as modalidades de contratação em função da natureza dos produtos, que uma vez desenvolvidos e fabricados, devem ser testados para comprovação da sua funcionalidade.

Quadro 3.10 – Organização do Projeto

Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Montar a equipe do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e recrutar os membros da equipe; • Uso de matriz de recursos para combinar especialidades com os requisitos de tarefas. A matriz de recursos é utilizada quando a equipe do projeto não dispõe de todas as especialidades necessárias para a condução do projeto, sendo requerida a participação de indivíduos de outras áreas.
Negociar e alocar os pacotes de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Priorização.
Selecionar e contratar os fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de fazer ou comprar — <i>make-or-buy</i>; • <i>Solicitação de propostas</i>: utilizar especificação de serviço abrangente; • Avaliação e escolha de propostas de fornecimento; • Negociar contrato — tipo, condições.

O controle do escopo, do tempo, dos custos, dos riscos e da qualidade é essencial nesta fase, juntamente com um eficiente plano de comunicações entre os participantes e um

controle formal de mudanças do projeto. O Quadro 3.11 resumiria as principais atividades, as técnicas e os produtos a serem obtidos nesta fase.

Quadro 3.11 – Controle do Projeto

(Continua)	
Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Controle do escopo	Avalia periodicamente a aderência do que foi executado em relação ao escopo planejado. Qualquer mudança significativa do escopo só deverá ser aceita ou aprovada mediante autorização concedida por meio de processo formal de controle de mudanças do projeto.
Controle de mudança do escopo	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças potenciais solicitadas por qualquer das partes interessadas — equipe de projeto, cliente, patrocinador etc. devem ser documentadas por escrito em documento apropriado; • Qualquer mudança deve incluir uma análise de impacto no prazo, custo e qualidade; • A revisão deve ser executada e documentada, preferencialmente, pelas mesmas pessoas e seguindo o mesmo processo de aprovação do plano original.
Controle do cronograma	Avalia periodicamente a situação e os desvios em relação ao plano, o re-planejamento e as novas estimativas. O re-planejamento e as novas estimativas só deverão ser aceitos ou aprovados mediante autorização concedida por meio de processo formal de controle de mudanças do projeto
Controle de mudança do prazo. A atualização quinzenal do diagrama rede e Gantt e o cálculo das datas revisadas indica os possíveis desvios em relação ao planejamento original. Isto permite ao gerente agir de forma pró-ativa em relação ao plano e lançar mão de técnicas que tragam o cronograma de volta ao planejado.	<ul style="list-style-type: none"> • Horas extras; • Realocar recursos no caminho crítico; • Substituir executores — por membro mais competente; • Melhorar processos — eliminar ineficiência; • Adicionar mais recursos — <i>Project Crash</i>; • Executar tarefas em paralelo — <i>Fast Track</i>; • Não permitir nenhuma mudança de escopo.
Controle do custo	Avalia periodicamente os dispêndios, os desvios em relação ao plano e as novas estimativas. Os desvios e as novas estimativas só deverão ser aceitas ou aprovadas mediante autorização concedida por meio de processo formal de controle de mudanças do projeto

Quadro 3.11 – Controle do Projeto (Conclusão)	
Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Controle da qualidade	Comparação entre as características do produto fornecido em relação aos critérios de desempenho e requisitos de projeto. Desvios devem ser tratados nos procedimentos específicos de tratamento de não-conformidades e ações corretivas.

Nota: O controle do projeto é exercido com base na comparação do executado em relação ao que foi planejado, considerando escopo, prazo, custo e qualidade. O controle é executado periodicamente com base nos marcos do projeto e produtos correspondentes.

3.8. Passo 2 – Fase 4: Produtos que Consolidam a Fase de Encerramento do Projeto

Esta é a fase final do projeto onde os componentes são arranjados em conjunto e o resultado deve satisfazer às necessidades do cliente. No caso de sistemas, um período de comissionamento, ou pré-operação, deve ser cumprido para comprovar o atendimento aos requisitos do projeto. Eventuais ajustes e soluções para situações não-conformes devem ser executados.

Caso previsto, deve ser cumprido um programa de treinamento da equipe do cliente.

Concluídas estas atividades, a aceitação e a transferência de responsabilidade para o cliente devem seguir um processo formal.

A documentação do projeto deve ser concluída e o gerente deve redigir um relatório final do projeto.

O Quadro 3.12 sumaria as principais atividades, as técnicas e os produtos a serem obtidos nesta fase.

Quadro 3.12 – Encerramento do Projeto	
Atividades/Ação	Técnicas/Produtos
Instalação dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento da equipe; • Revisões, correções e ajustes; • Aceitação pelo cliente — dono do processo de negócio.
Encerramento de contratos	<ul style="list-style-type: none"> • Termos de encerramento; • Auditoria de aquisições.
Consolidação da documentação do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Lições aprendidas; • Emissão de relatório final; • Encerramento administrativo.
Início das operações rotineiras	

Esta documentação juntamente, com as lições aprendidas e com os registros permanentes de acompanhamento do desempenho do projeto devem ser arquivados, pois constituem-se no acervo de conhecimento da empresa e fonte de consulta para planejamento e execução de projetos futuros.

3.9. Passo 3 – Incorporar os Produtos em Biblioteca de Documentos Padronizados

A execução do passo 3 da metodologia adotada para a sistematização da gerência de projetos, referente ao desenvolvimento da Biblioteca de Documentos Padronizados, está apresentada na Seção 4.7.

4. OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO: INTERFACE COM O USUÁRIO

4.1. Introdução

Um dos aspectos que desencoraja os usuários das ICT a utilizar as metodologias e *softwares* comerciais de gerência de projetos é o fato deles serem desenvolvidos para gerenciar projetos de grande porte. Este aspecto implica na necessidade de treinamento, que é difícil de ser oferecido pelas ICT, além de forçar a utilização de um sistema de gestão superdimensionado para pequenos e médios projetos. Como resultado, muitas metodologias não são seguidas, implicando em inconsistência na condução de projetos pela falta de aderência aos processos básicos.

Considerando este aspecto, a concepção do modelo proposto inclui uma interface de operacionalização com o usuário, desenvolvida numa estrutura flexível de módulos que visa permitir uma condução orientada dos projetos, desde a sua geração até o seu encerramento. Cada módulo possui uma árvore de decisão que permite ao usuário selecionar os procedimentos e documentos padronizados da biblioteca de padrões, para a execução de cada uma das saídas previstas para cada fase. Os procedimentos e os documentos padronizados selecionados correspondem aos elementos necessários para dar consistência à condução do projeto. Esta seleção permite adaptar a metodologia ao tamanho e aos requisitos específicos de cada projeto, ou seja, não é necessário utilizar todos os documentos padronizados da biblioteca em todos os projetos. Por exemplo, não tem sentido desenvolver uma diagrama de rede em *software* de gerenciamento de projetos para um projeto pequeno. O controle neste caso é feito pelo gerente com base num diagrama de barras simples.

Apresenta-se nas seções seguintes a estrutura do modelo e como utilizá-lo na seleção dos procedimentos e dos documentos padronizados para cada fase do ciclo de vida do projeto.

4.2. Ciclo de Vida do Modelo Proposto

O modelo proposto está estruturado por fase do projeto, de forma que somente os procedimentos requeridos e os documentos padronizados necessários são utilizados. Cada

procedimento possui uma descrição da sua execução, suas aplicações típicas e um exemplo de aplicação da ferramenta.

Os documentos padronizados utilizados para a estruturação do projeto são selecionados levando-se em conta o esforço, custo e complexidade envolvidos no projeto. Cada documento padronizado possui comentários de orientação na própria estrutura, de modo a facilitar o seu preenchimento.

O ciclo de vida do modelo proposto está representado na Figura 4.1, que fornece um guia visual para cada fase do projeto. Sob cada uma das fases estão representadas as principais saídas ou resultados que devem ser gerados para conferir consistência ao projeto.

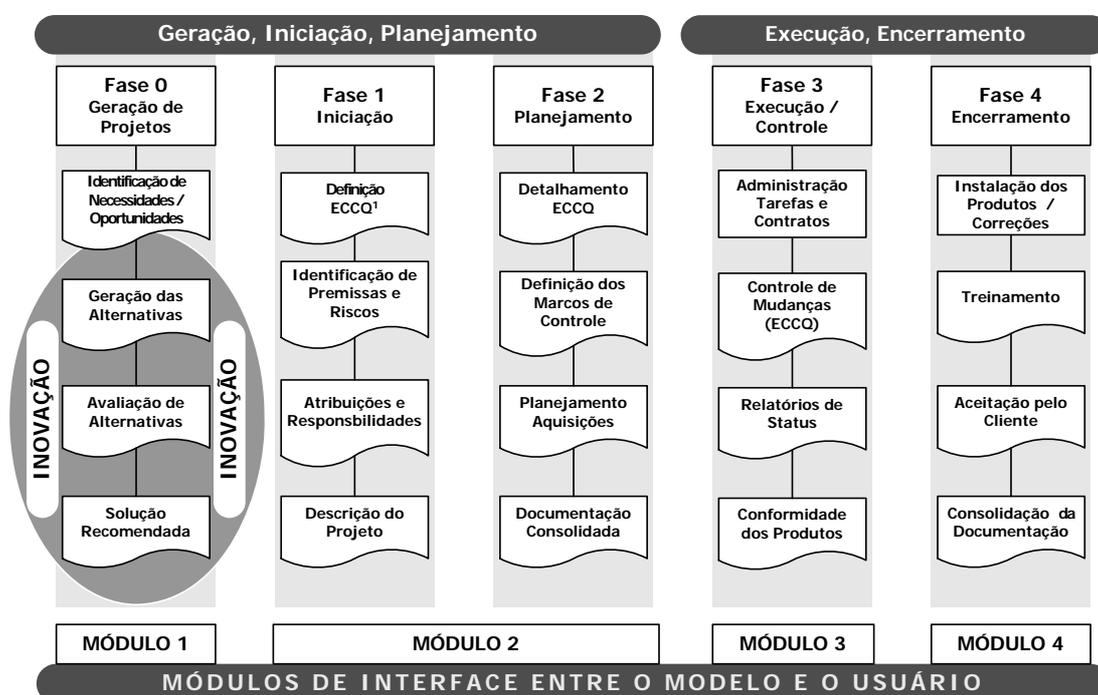


Figura 4.1 – Ciclo de Vida do Modelo Proposto

¹ECCQ – Escopo, Custo, Cronograma, Qualidade;

As principais saídas de cada fase do modelo são:

Fase 0 – Geração de Projetos

- *Identificação de necessidades a atender ou oportunidades a explorar*: o modelo não discute esta saída, pois ela diz respeito ao negócio específico de cada ICT e ao seu planejamento estratégico, estando fora, portanto, do escopo deste estudo;
- *Geração de alternativas*: esta saída se refere à geração de propostas que atendam a uma necessidade ou oportunidade, conforme identificadas no

planejamento estratégico da ICT. Pode se tratar da exploração de uma oportunidade de desenvolvimento de um novo produto ou processo, ou a reformulação de um produto ou processo existente, seja originada por editais das agências de fomento, seja por encomenda da iniciativa privada, ou por iniciativa de cunho estratégico para a própria instituição;

- *Avaliação de alternativas*: a etapa anterior resulta em diferentes alternativas que devem ser avaliadas quanto a sua viabilidade e comparadas entre si quanto ao seu desempenho frente a critérios pré-estabelecidos;
- *Solução recomendada*: a etapa de avaliação de alternativas deve indicar uma alternativa preferida, a qual deve ser detalhada para gerar a solução recomendada e atender a necessidade ou oportunidade identificada na primeira etapa desta fase.

Fase 1 – Iniciação do Projeto

- *Definição do Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade*: visão geral do que está incluído e não incluído no projeto, incluindo uma estimativa de custo e prazo e, dependendo da área do projeto, uma definição da base normativa ou regulatória que deverá ser atendida;
- *Identificação das premissas e riscos*: identificação dos riscos associados à execução do projeto, bem como as premissas assumidas. As premissas e riscos devem ser discutidos e acordados entre as partes interessadas do projeto para que possam ser adotados formalmente;
- *Atribuição e responsabilidades*: esta atividade constitui numa saída fundamental para o sucesso do projeto. As atribuições e responsabilidades devem ser estabelecidas de modo que seja claro quem autoriza, quem revisa ou quem deve ser somente informado das atividades e ações relativas à execução do projeto;
- *Elaboração do documento de descrição do projeto*: redação do documento que reúne as informações chave do projeto e passa ser a base para a aprovação e estruturação do projeto. Dependendo das características do projeto, a sua formalização pode ser feita por meio do documento **Solicitação de Serviço**,

para um projeto pequeno; pelo documento **Definição Resumida do Projeto**, para um projeto de porte médio ou; pelo documento **Definição do Projeto**, considerando um projeto de grande porte. Estes documentos podem ser utilizados para obter a autorização para a execução do projeto, neste caso com as assinaturas dos principais envolvidos, conforme análise de atribuições e responsabilidades.

Fase 2 – Planejamento do Projeto

- *Detalhamento do Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade:* desenvolvimento da estrutura analítica de projeto, estabelecimento das atividades e seu encadeamento lógico, alocação de recursos e estabelecimento de prazos, refinamento dos custos, riscos e requisitos da qualidade;
- *Definição dos marcos de controle:* definir os marcos significativos do projeto que servirão para monitorar o desempenho;
- *Planejamento das aquisições:* avaliar o que pode ser desenvolvido internamente, o que deve ser adquirido de terceiros e selecionar os principais fornecedores e as modalidades de contratação;
- *Documentação consolidada:* reunir a documentação que contém as informações chave relativas ao planejamento do projeto.

Fase 3 – Execução/Controle do Projeto

- *Administração de tarefas e contratos:* controle de prazos de execução das tarefas internas, das atividades desenvolvidas por terceiros (contratos) e do fluxo de caixa;
- *Controle de mudanças:* avaliar periodicamente o que foi executado em relação ao que foi previsto na primeira versão do documento de descrição do projeto, seja ele uma **Solicitação de Serviço**, uma **Definição Resumida do Projeto**, ou uma **Definição do Projeto**. O re-planejamento, se implicar em impacto significativo nos parâmetros críticos de projeto – ECCQ – deverá passar por um processo semelhante ao da aprovação do projeto, de tal forma que todas as partes interessadas que aprovaram as condições iniciais para a execução do

projeto estejam cientes e de acordo com as novas condições e aprovelem formalmente esta nova situação;

- *Relatórios de status:* manter informadas as partes interessadas quanto à evolução do projeto é um dos fatores necessários para garantir o sucesso da sua execução. Para tanto, é necessário distribuir informações que indiquem a situação do projeto de acordo com as necessidades das partes interessadas, considerando periodicidade e tipo de informação requerida;
- *Conformidade dos produtos:* é necessário dispor de um processo de aceitação dos produtos, no qual seja possível comparar as características do produto fornecido em relação aos critérios de desempenho e requisitos do projeto.

Fase 4 – Encerramento do Projeto

- *Instalação dos produtos / correções:* caso o projeto envolva o desenvolvimento de um produto ou processo para terceiros, a entrega deste produto ao cliente envolverá um processo de comprovação de funcionalidade ou comissionamento, no qual deverão ser executadas e registradas as eventuais correções e ajustes;
- *Treinamento:* o item anterior poderá envolver também o treinamento da equipe de usuários e o eventual fornecimento de manual de operação e manutenção;
- *Aceitação:* a aceitação por parte do cliente deve ser preferencialmente um processo formal que indique claramente a conclusão desta etapa;
- *Consolidação da documentação:* encerramento dos contratos, consolidação da documentação e relato de lições aprendidas. Esta etapa é importante pois gera um banco de informações para os projetos futuros, o que facilitará a elaboração de orçamentos, definição de tarefas e alocação de recursos, com base na experiência dos trabalhos já realizados.

A seqüência detalhada das atividades, para cada uma das fases do projeto, está representada na Figura. 4.2

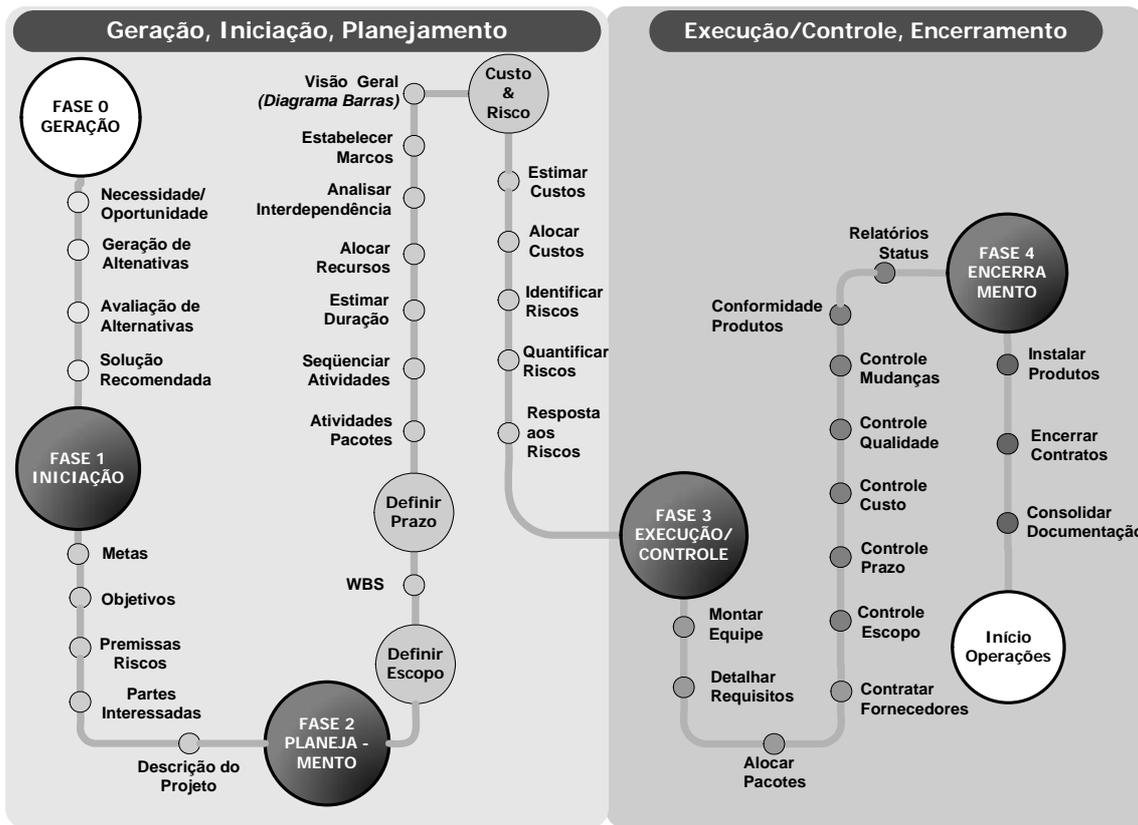


Figura 4.2 – Mapa do Ciclo de Vida do Modelo Proposto

Nas seções seguintes estão descritos os módulos de interface, que operacionalizam o modelo proposto para o usuário, e as suas correspondentes árvores de decisão, que orientam o usuário na seleção de procedimentos e documentos padronizados. No final deste capítulo, encontra-se uma biblioteca de documentos padronizados associados à implementação do modelo.

Os módulos descritos a seguir podem ser aplicados de forma independente, não sendo obrigatório que um projeto, por exemplo, já definido, passe pela etapa de geração, avaliação e seleção de alternativas, ou que utilize os documentos padronizados para sua organização e estruturação. Este é o caso de projetos que tenham sido estruturados em plataforma de órgão de fomento tal como a plataforma da FINEP, fornecida nos editais dos Fundos Setoriais do Ministério da Ciência e Tecnologia. Nesta situação, o modelo pode complementar a condução do projeto fornecendo uma lista de verificação de ações que devem ser consideradas e que não são contempladas nessas plataformas, bem como fornecer uma metodologia de acompanhamento e controle da sua execução, que não é abordada nessas plataformas.

A seqüência de aplicação do modelo está sumariada no esquema da Figura 4.3.

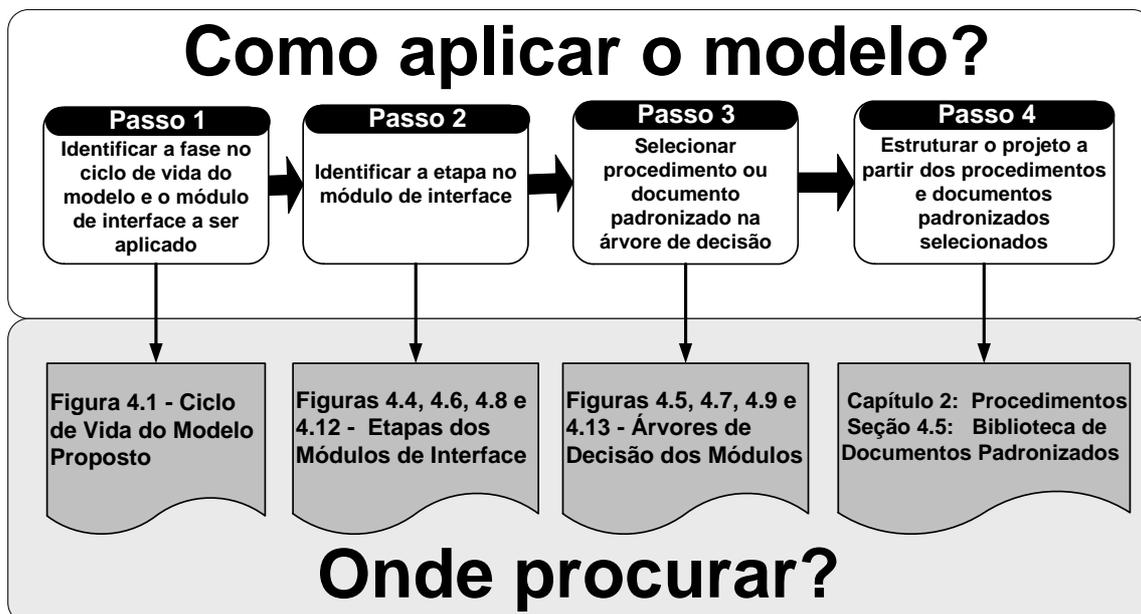


Figura 4.3 – Seqüência de Aplicação do Modelo Proposto

4.3.Módulo 1 – Geração / Inovação

O Módulo 1 orienta o usuário na execução da Fase 0 do ciclo de vida do modelo proposto, que corresponde à **Geração de Projetos**.

No modelo proposto, esta fase segue uma abordagem formal na exploração de alternativas que possam atender a uma necessidade ou explorar uma oportunidade. Esta abordagem tem a intenção de servir como uma proposta para a sistematização do processo de inovação nas ICT. As etapas de execução desse módulo estão representadas na Figura 4.4 e descritas no texto que segue.

Etapa 1 – Coleta, Prospecção e Análise da Informação

Propósito:

Esta etapa tem por finalidade coletar e organizar as informações de um produto ou processo existente, prospectar informações relativas ao estado da arte de um produto, processo ou tecnologia a ser desenvolvida e estabelecer um entendimento comum do projeto entre os membros da equipe.

Processo:

- Empreender coleta / prospecção de informações relativas ao produto em foco, conforme Seção 2.13;
- Rever e acordar o escopo do projeto;
- Identificar as partes interessadas;
- Compartilhar e repercutir as informações entre as principais partes interessadas até que seja obtido um acordo quanto ao escopo, bases e limitações.

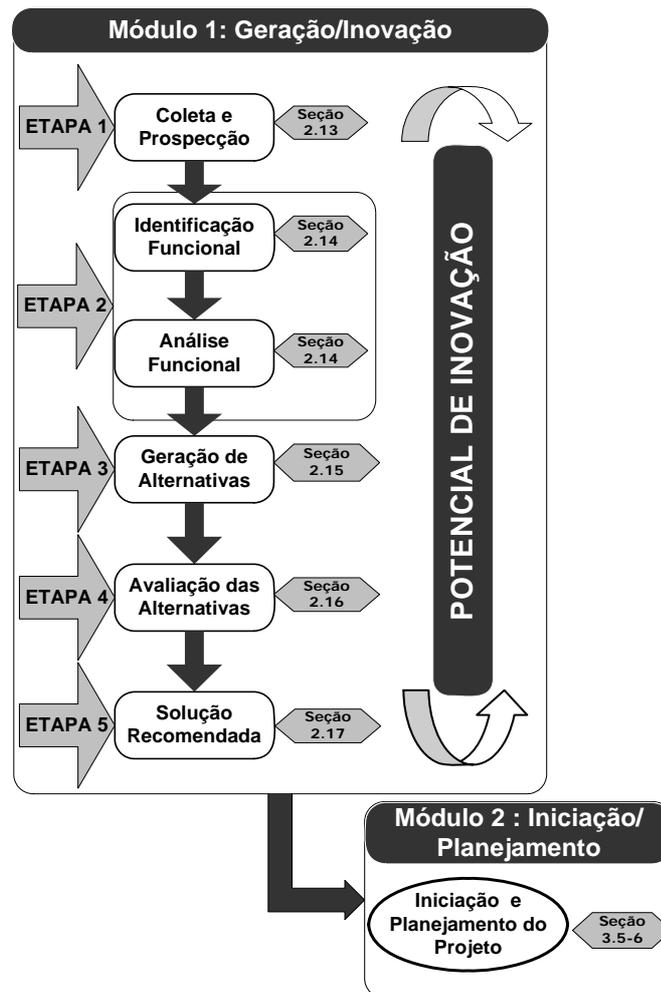


Figura 4.4 – Etapas do Modulo 1: Geração / Inovação

Etapa 2 – Análise Funcional

Propósito:

É uma etapa chave do processo, na qual as funções ou objetivos do projeto são analisados para maximização do valor. O foco é mantido na função e não no produto, o que

pode ser traduzido pela pergunta “O que o produto deve fazer?” em contraposição a “O que é o produto?”

Processo:

A técnica utilizada na análise funcional é a da captura dos requisitos do produto em forma diagramática, a diagramação FAST. O uso da diagramação FAST disponibiliza um método lógico que identifica a hierarquia das funções, dividindo-as entre primárias e secundárias (veja Seção 2.14).

A função primária consiste na razão de ser do produto ou processo, sem a qual não haveria valor ou utilidade. As funções secundárias são aquelas que possibilitam o desempenho da função primária, ou ainda que auxiliam na venda de um produto, serviço ou idéia.

Etapa 3 – Geração de Alternativas

Propósito:

O principal objetivo desta etapa é extrair e combinar o conhecimento e a experiência dos membros de uma equipe multifuncional, visando gerar alternativas para atendimento da necessidade ou oportunidade identificada.

Processo:

A equipe é encorajada a pensar criativamente para gerar idéias alternativas para cumprir as funções do projeto (veja Seção 2.15).

Etapa 4 – Avaliação das Alternativas

Propósito:

O principal objetivo desta etapa é avaliar a viabilidade e o valor das opções geradas na etapa criativa. Dentre as opções viáveis, a equipe irá avaliar em relação a critérios estabelecidos, as opções que apresentam melhor desempenho e valor potencial.

Processo:

Filtrar as idéias e opções com possibilidade de maiores benefícios associados com os objetivos e funções a serem preenchidos pelo projeto, utilizando as técnicas e ferramentas descritas na Seção 2.16.

Etapa 5 – Solução Recomendada

Propósito:

O principal objetivo desta etapa é refinar as idéias da opção chave ou da alternativa preferida.

Processo:

Seguindo a seleção da alternativa preferida, a equipe de estudo desenvolve detalhes relativos à alternativa selecionada para dar suporte aos resultados. Este suporte detalhado inclui:

- Identificação da alternativa específica ou características da alternativa considerada, inclusive com uma descrição concisa enfatizando as diferenças dessas características entre as alternativas;
- Vantagens e desvantagens da alternativa preferida em relação às outras alternativas;
- Comparação do custo do ciclo de vida entre as alternativas viáveis, geralmente consistindo de uma comparação relativa de custo do ciclo de vida em lugar de uma análise completa do custo do ciclo de vida.

As etapas descritas acima estão representadas na Figura. 4.5, na forma de um diagrama de árvore de decisão, cujo propósito é orientar o usuário nos passos a serem seguidos em cada etapa, de modo que as ferramentas mais adequadas sejam selecionadas em função da natureza do produto a ser desenvolvido.

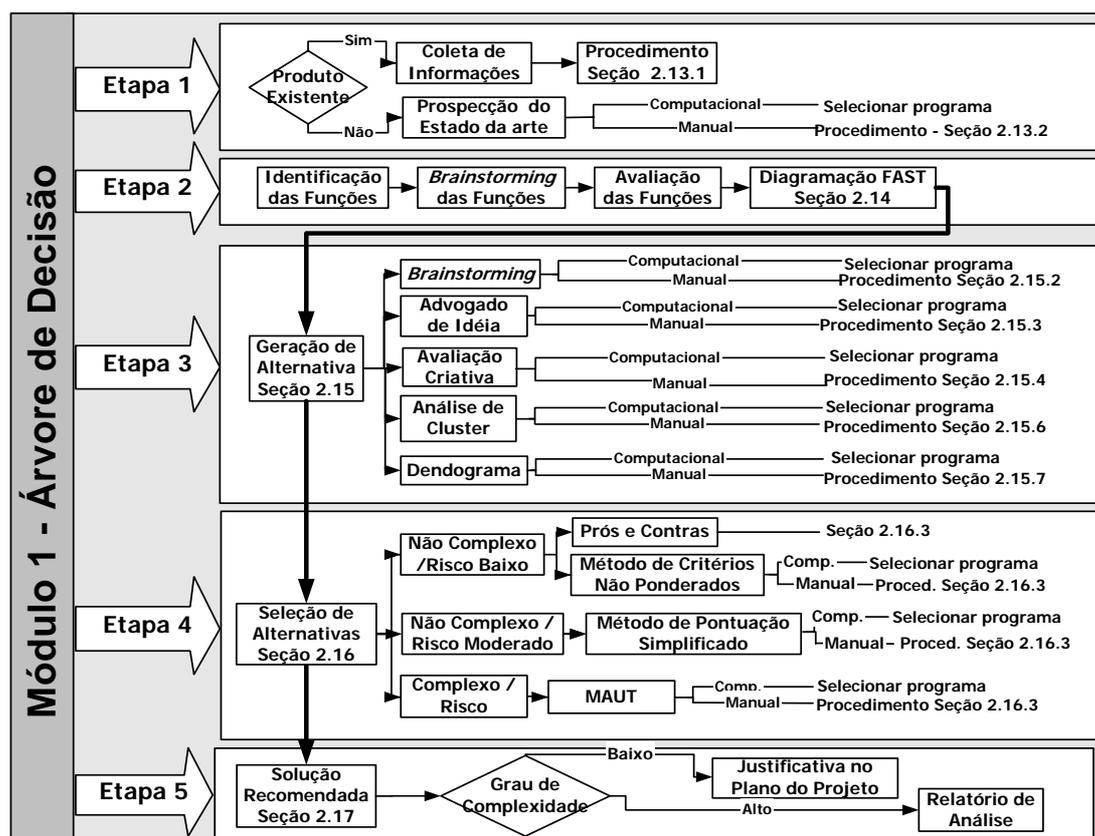


Figura 4.5 – Árvore de Decisão do Módulo 1: Geração / Inovação

4.4. Módulo 2 – Iniciação / Planejamento

O Módulo 2 – Iniciação / Planejamento – orienta o usuário na execução das Fases 1 e 2 do ciclo de vida do modelo proposto, que correspondem à **Iniciação** e ao **Planejamento do Projeto**.

A Fase 1 – Iniciação – diz respeito ao estabelecimento dos parâmetros críticos do projeto – Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade – e à obtenção da autorização formal para a sua execução. No modelo proposto, em função da sua modularidade, o grau de formalização dos projetos é estabelecido de acordo com a classificação do tamanho do projeto, conforme descrito na Seção 3.4 e seguindo os critérios de custo, duração e complexidade. Em função desta classificação, os produtos que completam a Fase 1 são: o documento **Solicitação de Serviço**, para o caso de um **Projeto Pequeno**; o documento **Definição Resumida de Projeto**, para o caso de um **Projeto Médio** e; o documento **Definição do Projeto**, para o caso de um **Projeto Grande**. Para cada uma dessas situações, os documentos padronizados desenvolvidos para o modelo proposto consolidam as

informações-chave e servem para obter a autorização da execução do projeto de acordo com as suas características específicas.

A Fase 2 – Planejamento – diz respeito ao detalhamento dos parâmetros críticos e ao estabelecimento de marcos que permitam o acompanhamento da execução do projeto.

As principais atividades envolvidas em cada uma dessas fases e a sua seqüência de execução estão representadas na Figura. 4.6.

As etapas de cada fase descritas acima estão representadas na Figura 4.7, na forma de um diagrama de árvore de decisão, cujo propósito é orientar o usuário nos passos a serem seguidos em cada fase, de modo que somente os arquivos padronizados adequados às características do projeto em foco sejam selecionados.

A classificação do tipo de projeto apresentada na árvore de decisão da Figura 4.7 é conforme a descrição contida na Seção 3.4 – Critérios para a Classificação do Tamanho do Projeto.

Por meio da árvore de decisão da Figura 4.7, para cada fase e conforme as características do projeto, o modelo remete o usuário para a seleção dos documentos padronizados mais indicados para a situação em foco e que fornecerão o grau de formalização necessário para conferir consistência na estruturação do projeto. Os modelos dos documentos padronizados encontram-se na Seção 4.7, na Biblioteca de Documentos Padronizados.

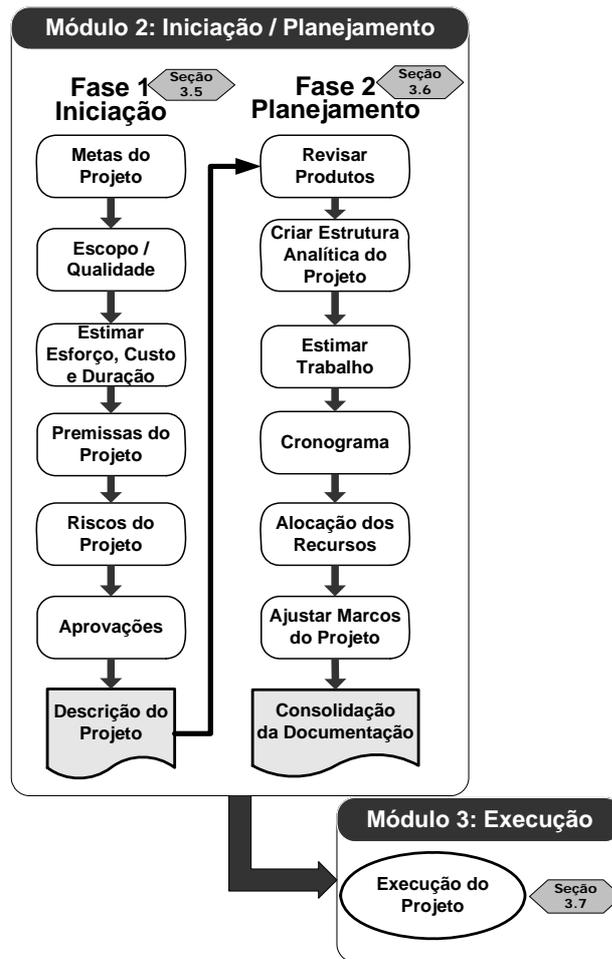


Figura 4.6 – Módulo 2: Iniciação/ Planejamento

Como já mencionado na Seção 3.4, para a escolha de uma dessas classificações é necessária uma avaliação criteriosa por parte do usuário. Pode ocorrer, por exemplo, uma situação na qual o projeto objetive a aquisição e a instalação de um único equipamento e que o seu valor ultrapasse a faixa de um milhão de Reais. Equipamentos sofisticados tais como microscópios e sondas eletrônicas apresentam um alto valor de aquisição, entretanto, não representam uma grande demanda de esforço em homens-hora e de infra-estrutura para sua instalação. Pelo seu valor, este projeto seria classificado como grande, mas seu grau de formalização poderia ser perfeitamente atendido pela estruturação recomendada para um projeto de médio porte, já que quase todo o recurso estaria direcionado para a aquisição do equipamento. Portanto, é fundamental que o usuário avalie criticamente as características do seu projeto para a seleção do grau de formalização que melhor atenda as suas necessidades.

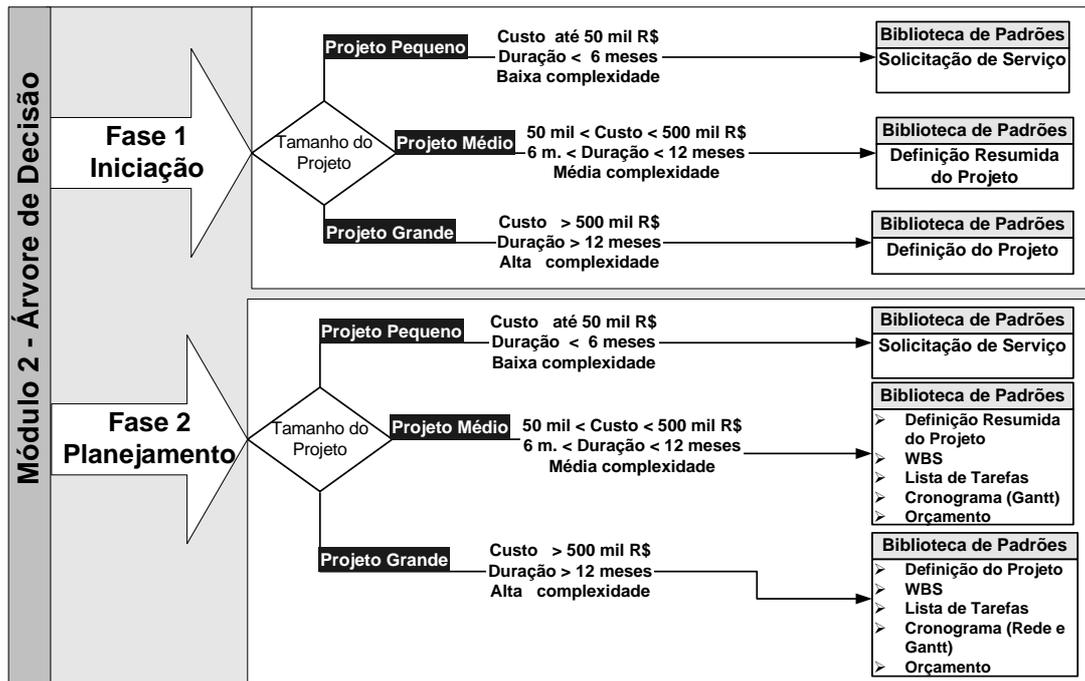


Figura 4.7 – Árvore de Decisão do Módulo 2: Iniciação / Planejamento

4.5. Módulo 3 – Execução/Controle

O Módulo 3 fornece instrumentos para que o usuário possa fazer o acompanhamento e o controle da execução do projeto. Este módulo visa disponibilizar ferramentas que permitam ao usuário identificar, de forma sistemática, o cumprimento ou os desvios no andamento do projeto, por meio da comparação entre o que foi planejado e o que foi efetivamente executado e, dessa forma, tomar medidas corretivas que tragam o projeto ao planejamento original, ou revisar o planejado de modo a aceitar e incorporar os desvios.

O controle de desempenho do projeto baseia-se na comparação entre as condições planejada e executada. Este controle, dependendo do porte do projeto, pode ser feito por meio de tabelas preenchidas e calculadas manualmente, ou por meio de planilhas e bancos de dados eletrônicos automatizados. *Softwares* especializados podem ser utilizados para o gerenciamento de projeto de maior porte (veja Seção 2.11).

O objetivo principal desse trabalho é fornecer uma metodologia simplificada e consistente, que não implique em uma carga excessiva de trabalho para o usuário. O mapa da Figura 4.8 e a árvore de decisão da Figura 4.9 orientam o usuário na escolha dos

arquivos padronizados, para o processo de controle do projeto a ser conduzido na Fase de Execução/Controle.

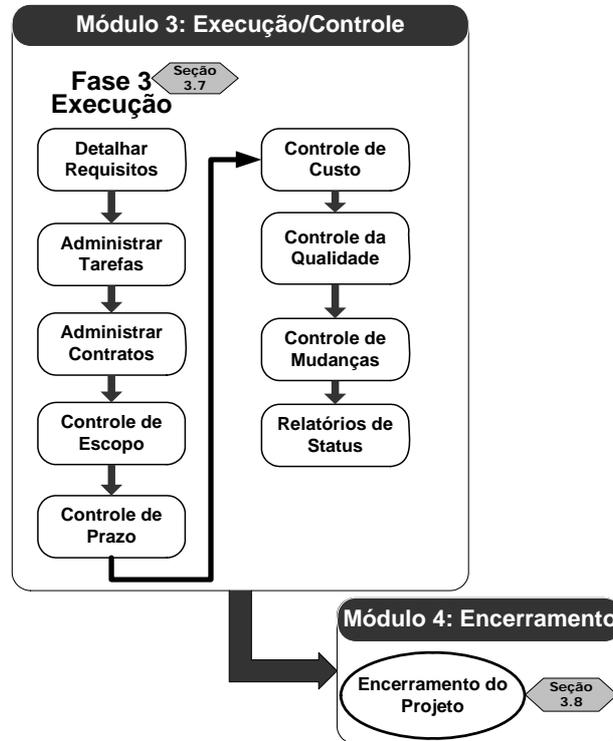


Figura 4.8 – Módulo 3: Execução/Controle

A despeito da sua representação sequencial, as etapas indicadas na Figura 4.8 ocorrem de forma paralela e se superpõem e influenciam-se mutuamente. Por exemplo, mudanças no escopo, usualmente, implicam em mudanças no custo e no cronograma do projeto.

Para a Fase de Execução/Controle, os processos foram divididos em processos de controle e relato de desempenho. Por meio da árvore de decisão da Figura 4.9, para cada fase e conforme as características do projeto, o modelo remete o usuário para a seleção do arquivo padronizado mais indicado para a situação em foco. Os modelos dos arquivos padronizados encontram na Seção 4.7, na Biblioteca de Documentos Padronizados.

A periodicidade de revisão recomendada para projetos pequenos é semanal. Devem ser verificadas as tarefas cumpridas e aquelas que não foram cumpridas, mas que deveriam ser. Deve ser avaliado o projeto na sua totalidade para ver se será completado dentro do cronograma e custo originais. Se não for possível, fazer novas estimativas e atualizar as datas no documento de **Solicitação de Serviço**. A periodicidade do relato de desempenho deve ser mensal ou a final de marcos significativos do projeto.

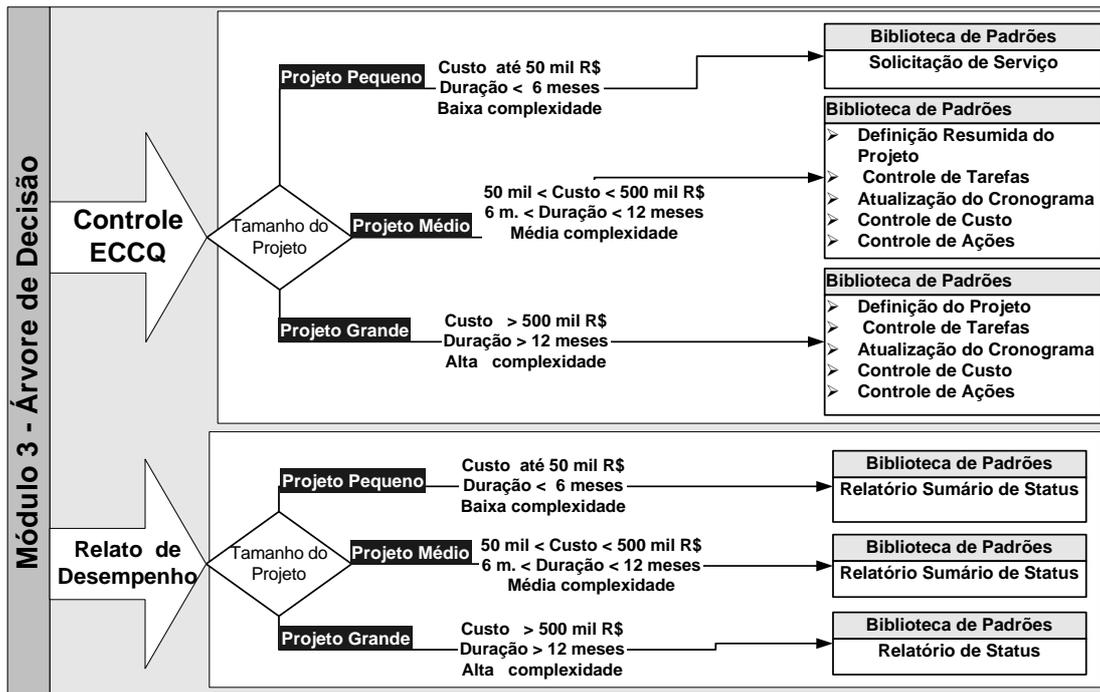


Figura 4.9 – Árvore de Decisão do Módulo 3: Execução.

Para projetos médios e grandes a frequência de revisão pode ser quinzenal, ou mensal. A sistemática de avaliação de um projeto pequeno e de um projeto grande é similar. Entretanto, as avaliações dos projetos maiores são mais rigorosas e realizadas com auxílio de documentos específicos para cada parâmetro crítico do projeto – Escopo, Cronograma, Custo e Qualidade – conforme indicado na Figura 4.9. Além disso, este acompanhamento e eventuais modificações devem ser adequadamente reportados, repercutidos e acordados entre as partes interessadas.

Projetos que não são muito comuns, mas que podem ocorrer nas ICT, são aqueles empreendimentos de grande porte, que visam à implantação de um grande laboratório ou uma planta de processo piloto. Esses empreendimentos podem envolver a geração de centenas de desenhos, juntamente com número significativo de especificações técnicas, memoriais de cálculo e outros documentos. Neste caso é recomendada a utilização de bancos de dados relacionais automatizados. É preferível que esses bancos de dados sejam montados conforme os processos contábeis praticados na ICT para facilitar a interface do projeto com os setores administrativos. Apresenta-se a seguir uma sugestão de como estruturar esses bancos de dados. Para este caso, não estão sendo apresentados documentos padronizados em função de que a sua formatação depende dos instrumentos e sistemas

administrativos utilizados pela ICT. Deve ser observado que a documentação o controle da geração, emissão, revisão e distribuição da documentação de projeto é crítica, tanto para fase de contratação como para a fase execução/controle.

A contextualização do ambiente onde ocorre o projeto está representada no diagrama da Figura 4.10. Este diagrama segue a abordagem de Diagrama Entidade-Relacionamento – DER. Nos retângulos estão representadas as entidades envolvidas na execução do projeto e nos losangos os relacionamentos e os instrumentos utilizados entre essas entidades. No centro do diagrama está representado o gerente do projeto que deve ancorar as informações e ações de acompanhamento e controle. As elipses tracejadas indicam os principais processos e atores que fazem parte da execução do projeto. As intercessões das elipses tracejadas indicam quais são os controles que devem ser exercidos sobre processos, entidades e parâmetros críticos do projeto.

Na Figura 4.11, estão explicitados os instrumentos de controle para cada conjunto-relacionamento identificado no diagrama de contexto da Figura 4.10, juntamente com os seus respectivos atributos e atributos-chave de ligação entre esses instrumentos. Os bancos de dados ou planilhas eletrônicas sugeridas para essa situação são:

Catálogo de documentos: para esta categoria de projeto, parte-se da consideração de que as informações necessárias para a contratação de bens, serviços e obras são obtidas a partir da elaboração da documentação de projeto. Os documentos são os elementos que traduzem o escopo do projeto em itens de contratação e aquisição. Podem ser desenhos, especificações técnicas, especificações funcionais, especificações de serviço e outros documentos aplicáveis. É a prontificação dessa documentação que torna possível a aquisição de bens, serviços e obras, conforme os requisitos técnicos e de qualidade exigidos. Na abordagem proposta, o elemento de controle é o produto final da tarefa, ou seja, o documento, cuja identificação passa a ser o atributo chave de relacionamento com os outros instrumentos de controle. Desta forma, a identificação do documento (Cód-Doc) e a sua data de prontificação está associada aos outros instrumentos de controle, de tal forma, que se houver uma alteração nas datas de prontificação de documentos necessários à aquisição, esta alteração deverá se refletir de forma automática nos outros instrumentos de controle.

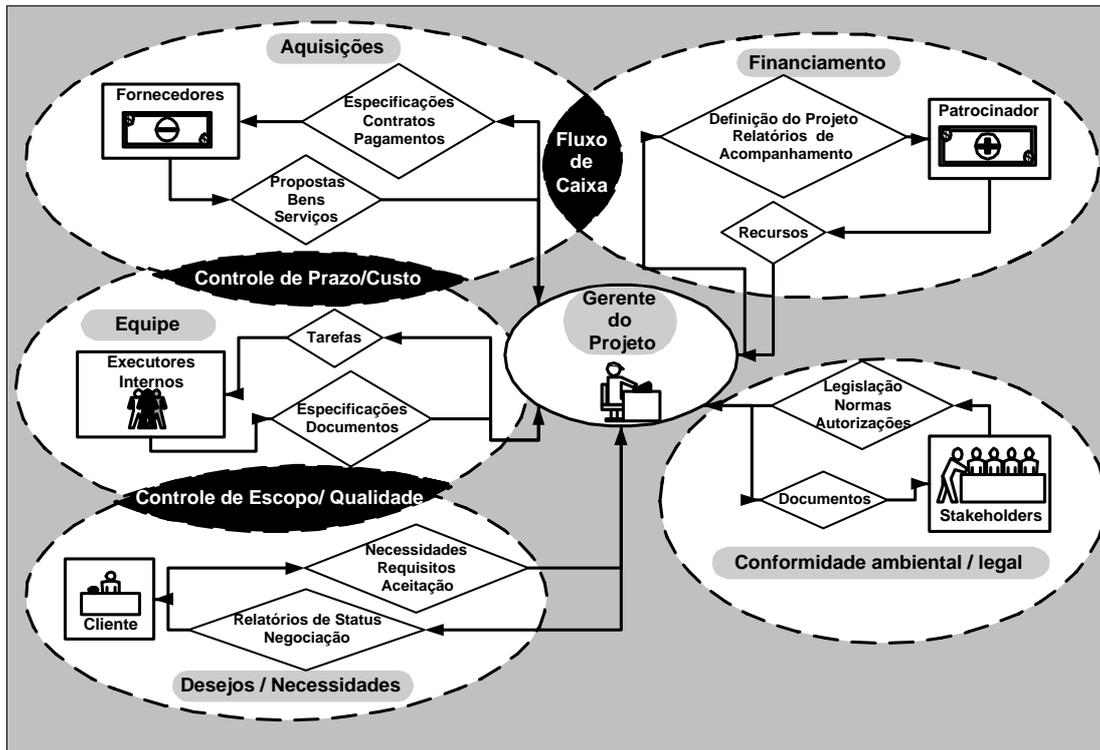


Figura 4.10 – Diagrama de Contexto da Fase de Execução/Controle

- **Catálogo de Obras:** uma vez prontificada a documentação, identificado(s) o(s) fornecedor(es) e elaborado o instrumento de contratação, são gerados os marcos de controle das obras (medições) e os eventos de pagamentos, que deverão alimentar a Planilha de Fluxo de Caixa.
- **Catálogo de Serviços:** uma vez prontificada a documentação, identificado(s) o(s) fornecedor(es) e elaborado o instrumento de contratação, são gerados os marcos de controle do contrato e os eventos de pagamentos, que deverão alimentar a Planilha de Fluxo de Caixa.
- **Catálogo de Equipamentos:** uma vez prontificada a documentação, identificado(s) o(s) fornecedor(es) e elaborado o instrumento de contratação, são gerados os marcos de controle do contrato e os eventos de pagamentos, que deverão alimentar a Planilha de Fluxo de Caixa. Apesar de similares na descrição, é importante manter-se separadas as aquisições de equipamentos das aquisições de serviços, pois a documentação utilizada na contratação de equipamentos é bastante diferente, a rubrica de recursos é diferente (fluxo de caixa específico), além do que, os equipamentos devem ser obrigatoriamente patrimoniados.

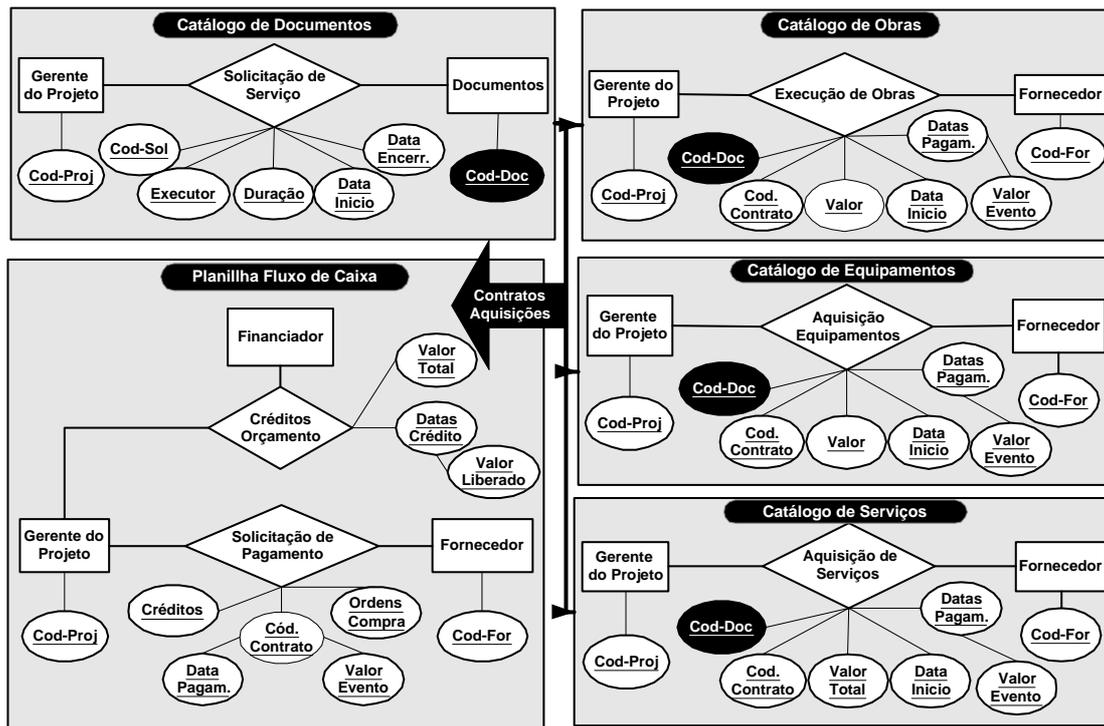


Figura 4.11 – Atributos dos Relacionamentos – Fase de Execução/Controle

4.6. Módulo 4 – Encerramento

O Módulo 4 do modelo proposto orienta o usuário na execução da Fase 4 do ciclo de vida do projeto, que corresponde ao encerramento do projeto.

O fluxo das principais atividades que podem ocorrer nesta etapa está representado na Figura 4.12. As atividades descritas abrangem a maioria dos projetos desenvolvidos nas ICT, entretanto, caberá ao usuário selecionar as etapas que sejam pertinentes às características do seu projeto em particular.

Ao final de todos os projetos, notadamente os que envolvem clientes externos às ICT, é importante que a equipe do projeto faça uma reunião de fechamento para discutir com os principais clientes e partes interessadas o que funcionou bem, o que não funcionou e o que pode ser melhorado. O entendimento comum desses tópicos serve como lições aprendidas, de tal forma que as boas idéias são repetidas nos projetos futuros, enquanto que as que não funcionaram passam a ser evitadas. Isto é importante, pois freqüentemente quando ocorrem mudanças no quadro gerencial da empresa, são repetidas experiências mal sucedidas pela falta de registro histórico da execução dos projetos passados.

Registrar procedimentos bem sucedidos e circulá-los por outros envolvidos na condução de projetos, possibilita uma oportunidade de aprendizado e um potencial de melhoria na gestão dos processos da organização.

Neste módulo, considerando as características de cada projeto, são indicados documentos padronizados para o controle gerencial nas duas etapas principais do encerramento do projeto, que são a aceitação do produto pelo cliente e a consolidação das informações do projeto. Os modelos dos documentos padronizados encontram na Seção 4.7, na Biblioteca de Documentos Padronizados.

Novamente, os documentos aqui indicados são uma sugestão para conferir completeza a esta fase do projeto. Mesmo que a decisão do usuário seja por não utilizá-los totalmente, é interessante que os mesmos sejam lidos, pois eles fornecem elementos para avaliar se todas as providências cabíveis ao projeto foram tomadas, ou ainda, combinar de forma diferente algumas informações desses documentos, de forma a melhor atender às necessidades do projeto em foco.

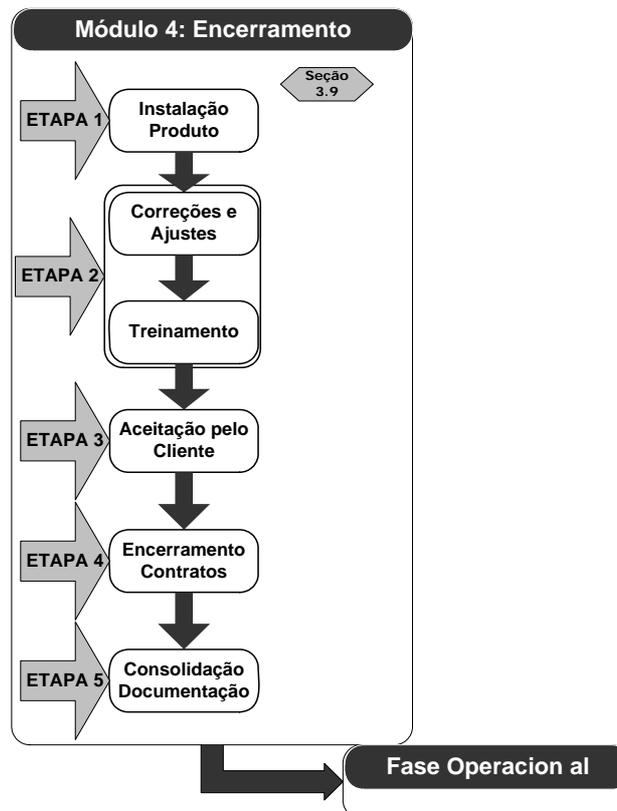


Figura 4.12 – Módulo 4: Encerramento

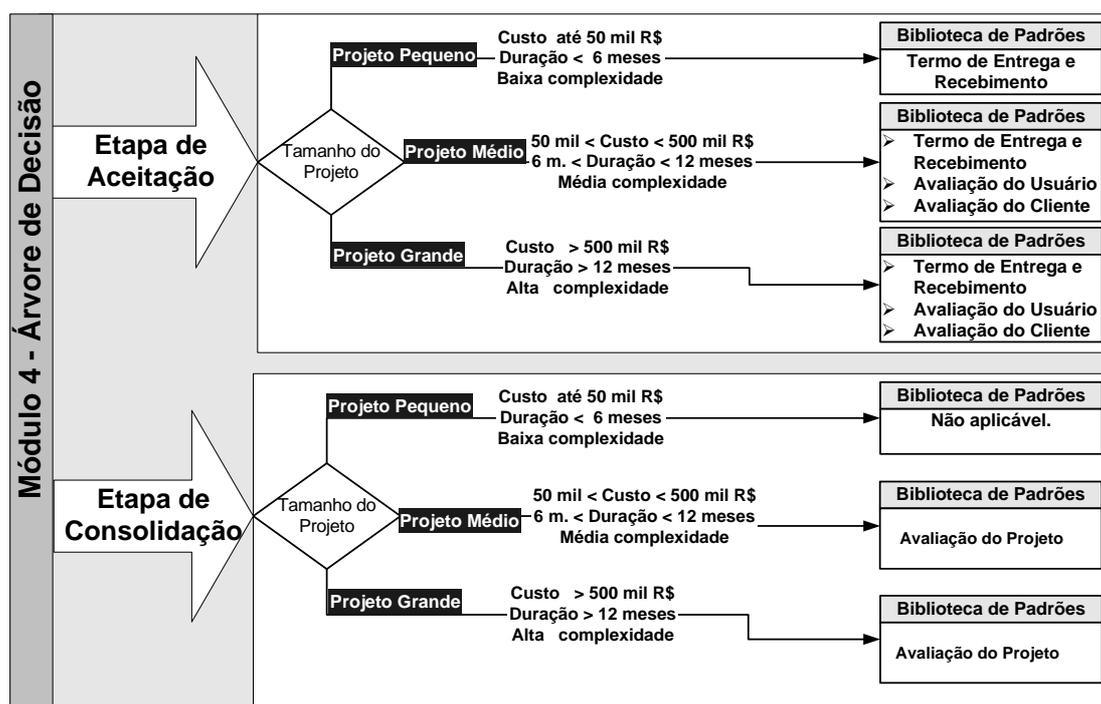


Figura 4.13 – Árvore de Decisão do Módulo 4: Encerramento

4.7. Biblioteca de Documentos Padronizados

Os documentos padronizados constantes nesta seção têm a intenção de fornecer linhas mestras e facilitar o trabalho dos responsáveis pela condução de projetos nas ICT. Esses arquivos têm um caráter genérico, de modo a se adaptar à maioria dos projetos que são conduzidos nessas organizações.

A aplicação destes documentos padronizados está indicada nas árvores de decisão dos Módulos 2, 3 e 4, conforme as Figuras 4.7, 4.9 e 4.13, respectivamente. Uma visão geral desses padrões e suas respectivas aplicações estão sumariadas no Quadro 4.2.

A intenção desses documentos é auxiliar os responsáveis pela condução de projetos nas ICT, de modo a fornecer uma metodologia adequada na falta de um treinamento mais abrangente.

Quadro 4.2 – Sumário da Biblioteca de Documentos Padronizados

(Módulo 1) Fase 0—Geração	Esta fase não possui arquivos padronizados, pois trata de procedimentos para prospecção de informações, geração e seleção de alternativas, e o desenvolvimento de solução recomendada.		
Ciclo de Vida do Projeto	Projeto Pequeno Valor até 50 mil R\$ Duração < 6 meses Baixa Complexidade	Projeto Médio 50 mil < Valor < 500 mil R\$ 6 meses < Duração < 12 meses Média Complexidade	Projeto Grande Valor > 500 mil R\$ Duração > 12 meses Alta Complexidade
(Módulo 2) Fase 1 – Iniciação	Solicitação de Serviço	Definição Resumida do Projeto	Definição do Projeto
Fase 2 – Planejamento	Solicitação de Serviço	<ul style="list-style-type: none"> Definição Resumida do Projeto WBS Lista de Tarefas Cronograma (Gantt) Orçamento 	<ul style="list-style-type: none"> Definição do Projeto WBS Lista de Tarefas Cronograma (Rede e Gantt) Orçamento
(Módulo 3) Fase 3 – Execução/Controle	Solicitação de Serviço	<ul style="list-style-type: none"> Definição Resumida do Projeto Controle de Tarefas Atualização do Cronograma Controle de Custos Controle de Ações 	<ul style="list-style-type: none"> Definição do Projeto Controle de Tarefas Atualização do Cronograma Controle de Custos Controle de Ações
Relato de desempenho	Relatório Sumário de Status	Relatório Sumário de Status	Relatório de Status
(Módulo 4) Fase 4 – Encerramento	Termo de Entrega e Recebimento	<ul style="list-style-type: none"> Termo de Entrega e Recebimento Avaliação do Usuário Avaliação do Cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Termo de Entrega e Recebimento Avaliação do Usuário Avaliação do Cliente Avaliação do Projeto

4.7.1. Documentos Padronizados – Módulo 2

Os documentos padronizados do Módulo 2, apresentados nesta seção, são indicados para aplicação nas fases de Iniciação e Planejamento do projeto, e devem ser selecionados conforme a árvore de decisão apresentada na Figura 4.7.

Solicitação de Serviço (Projeto Pequeno – Fases 1 e 2)

Documento padronizado a ser usado para projetos pequenos de forma a assegurar que o escopo está adequadamente definido, aprovado e priorizado. Em virtude de o esforço ser pequeno, o nível de planejamento é muito menos rigoroso do que o de um projeto médio ou grande. Apesar de ser um documento simples, a **Solicitação de Serviço** formaliza um compromisso entre a área técnica e o gerente ou o cliente em relação aos parâmetros chave do projeto (Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade).

Um modelo para este documento está sendo apresentado no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Modelo para o Documento “Solicitação de Serviço”

Solicitação de Serviço						
<i>A ser preenchido pelo solicitante.</i>						
NÚMERO DA SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO:		DATA DE EMISSÃO:		PRIORIDADE (A/M/B):		
Nome do Requiritante:		REVISÃO: Projeto / Aplicação				
Escopo do Serviço:						
Justificativa:						
<i>A ser preenchido pelo Chefe da Área Técnica</i>						
No	Tarefa	Produto	Executor	Duração Dias	Cronograma	
					Data Início	Data Fim
Comentários:						
<i>Aprovações</i>						
Aprovação para o Início do Trabalho (chefia da área técnica):				DATA:		
Encerramento / aceitação do Produto Final pelo Gerente / Cliente:				DATA:		

Definição Resumida do Projeto (Projeto Médio – Fase 1)

A elaboração do documento **Definição Resumida do Projeto** constitui-se no principal produto da Fase de Iniciação para um projeto de porte médio e consolida o conjunto de informações que refletem um consenso entre as partes interessadas. Um modelo para a elaboração deste documento está apresentado no Quadro 4.4.

O documento **Definição Resumida do Projeto** explicita os elementos necessários para aprovação e início do projeto. Apresenta uma visão geral do porquê da execução do projeto, o que está incluído e o que não está incluído no escopo, os principais produtos a serem gerados, o esforço requerido, o custo e a duração, bem como as principais premissas assumidas e os riscos envolvidos.

Quadro 4.4 – Modelo para o Documento “Definição Resumida do Projeto”

(Continua)

DEFINIÇÃO RESUMIDA DO PROJETO	
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto: Departamento: Cliente:
	Data Emissão: Revisão:
<i>Este documento define o processo antes da organização iniciar a Fase de Planejamento e explicita os elementos necessários para aprovação e o início do projeto. Se não houver um formulário ou plataforma de preenchimento específica, utilizar este documento como autorização formal no início do projeto para aplicação de recursos da organização. (Remover este comentário do documento final).</i>	
1. Sumário do Projeto <input type="checkbox"/> Anexo	
1.1 Situação Atual e Mudança Pretendida: <i>Breve descrição da situação e a justificativa para levar a cabo o projeto. Benefícios associados ao projeto.</i>	
1.2 Premissas e Limitações: <i>São os fatores que para efeito de planejamento foram assumidos como verdadeiros, tais como: disponibilidade de pessoal, possibilidade de aquisição ou acesso à determinada tecnologia etc.</i>	
1.3 Áreas Impactadas: <i>Departamentos, divisões internas e organizações externas impactadas pelos resultados do projeto.</i>	

Quadro 4.4 – Modelo para o Documento “Definição Resumida do Projeto”

(Continua)

2. Escopo/Cronograma/Custo Anexo

O escopo do projeto pode ser definido por metas e objetivos. Metas são declarações de alto nível que não detalham produtos. O detalhamento de produtos é feito ao nível dos objetivos, que devem ser específicos, mensuráveis, atingíveis, realistas e com prazo. Para serem específicos e concretos os objetivos devem ser baseados em produtos. A conclusão de um objetivo deve ser evidenciada pela criação de um ou mais produtos. Se uma declaração for de nível baixo, como uma característica ou função, ela deve ser uma declaração de requisito. (Remover este comentário do documento final.)

Escopo:	Cronograma:	Custo:
Objetivo 1.1: Produto 1.1.1: Produto 1.2.1:		
Objetivo 2.1: Produto 2.1.1: Produto 2.2.1:		
	Duração total:	Custo total:

3. Exclusões do Escopo:

Produtos que não fazem parte do escopo do projeto.

4. Marcos do Projeto: Anexo

Marcos são eventos significativos do projeto. Usualmente, compreendem a conclusão de fases e/ou dos principais produtos do projeto. (Remover este comentário do documento final).

Marco	Data Conclusão	Produto(s) Completado(s)
Planejamento do Projeto	dd/mm/aa	Definição Resumida do Projeto
Marco 1	dd/mm/aa	<ul style="list-style-type: none"> • Produto 1 • Produto 2
Marco 2	dd/mm/aa	<ul style="list-style-type: none"> • Produto 3
Conclusão do Projeto	dd/mm/aa	

5. Riscos: Anexo

Descrição/Identificação do Risco	Probabilidade alta/média/baixa	Impacto alto/médio/baixo	Plano de Ação
# Risco 1			
# Risco 2			

6. Organização do Projeto: Anexo

Função	Nome	Detalhes de contato	
Patrocinador do projeto		Tel:	E-mail:
Gestor financeiro		Tel:	E-mail:
Usuário final		Tel:	E-mail:
Gerente do projeto		Tel:	E-mail:
Membro da equipe # 1		Tel:	E-mail:
Membro da equipe # 2		Tel:	E-mail:

Quadro 4.4 – Modelo para o Documento “Definição Resumida do Projeto”

(Conclusão)

7 Plano da Qualidade: Anexo

Documentação: assegurar-se que todos os documentos tenham nome e número de identificação, tenham assinaturas do autor e revisor, sejam corretamente datados e tenham um controle de revisão e distribuição. É fundamental que todos os envolvidos no projeto só trabalhem com versões oficiais e atualizadas da documentação, para evitar erros e inconsistências no produto final.

Aquisição: assegurar-se de que todos os itens a serem adquiridos tenham norma de projeto indicada e procedimentos seqüenciais de inspeções e testes, bem como o tipo de registros a serem gerados.

Descrição do Item	Procedimento de Referência	Tipo de Registro
Item 1		
Item 2		

8. Informações Adicionais: Anexo**Aprovações:**

Financiador

Proprietário

Usuário final

Gestor financeiro

Gerente do projeto

Outro

Definição do Projeto (Projeto Grande – Fase 1)

A elaboração do documento **Definição do Projeto** constitui-se no principal produto da Fase de Iniciação para um projeto de grande porte e consolida o conjunto de informações que refletem um consenso entre as partes interessadas. No Quadro 4.5, está apresentado um modelo para a elaboração deste documento.

O documento **Definição do Projeto** explicita os elementos necessários para aprovação e início do projeto. Apresenta uma visão geral do porquê da execução do projeto, o que está incluído e o que não está incluído no escopo, os principais produtos a serem gerados, o esforço requerido, o custo e a duração, bem como as principais premissas assumidas e os riscos envolvidos. Nas Fases de Planejamento e Execução/Controle, este documento serve como o instrumento do controle formal de mudanças, pois tem um caráter autorizativo, isto é, quando o re-planejamento implicar em impacto significativo nos parâmetros críticos do projeto – ECCQ, a nova situação deve ser aprovada por processo semelhante ao da Fase de Iniciação. Neste caso, todas as partes interessadas que aprovaram as condições iniciais para a execução do projeto, devem estar cientes e de acordo com as novas condições, que passam a valer no momento em que a nova revisão deste documento seja assinada.

Quadro 4.5 – Modelo para o Documento “Definição do Projeto”

(Continua)

DEFINIÇÃO DO PROJETO	
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto: Departamento: Cliente:
	Data Emissão: Revisão:
<i>Este documento define o processo antes da organização iniciar a Fase de Planejamento e explicita os elementos necessários para aprovação e o início do projeto. No caso de alterações significativas este documento deve ser revisado e aprovado novamente. (Remover este comentário do documento final).</i>	
1. Sumário do Projeto <input type="checkbox"/> Anexo	
1.1 Situação Atual e Mudança Pretendida: Breve descrição da situação e a justificativa para levar a cabo o projeto. Benefícios associados ao projeto.	
1.2 Premissas e Limitações: São os fatores que para efeito de planejamento foram assumidos como verdadeiros, tais como: disponibilidade de pessoal, possibilidade de aquisição ou acesso à determinada tecnologia etc.	
1.3 Áreas Impactadas: Departamentos, divisões internas e organizações externas impactadas pelos resultados do projeto.	

Quadro 4.5 – Modelo para o Documento “Definição do Projeto” (Continua)

2. Abordagem Adotada: Anexo

2.1 – Alternativas: Breve descrição das alternativas consideradas e das soluções potenciais, juntamente com as análises de viabilidade pertinentes à natureza do projeto: análise financeira (taxa de retorno de investimento), tecnologias envolvidas etc.

2.2 – Alternativa 1:

2.3 – Alternativa 2:

2.4 – Solução Recomendada:

3. Metas/Objetivos: Anexo

O escopo do projeto pode ser definido por metas e objetivos. Metas são declarações de alto nível que não detalham produtos. O detalhamento de produtos é feito ao nível dos objetivos, que devem ser específicos, mensuráveis, atingíveis, realistas e com prazo. Para serem específicos e concretos os objetivos devem ser baseados em produtos. A conclusão de um objetivo deve ser evidenciada pela criação de um ou mais produtos. Se uma declaração for de nível baixo, como uma característica ou função, ela deve ser uma declaração de requisito. (Remover este comentário do documento final.)

Meta 1:

objetivo 1.1:

objetivo 1.2:

Meta 2:

objetivo 2.1:

objetivo 2.2:

4. Escopo/Cronograma/Custo: Anexo

Escopo:	Cronograma:	Custo:
Objetivo 1.1: Produto 1.1.1: Produto 1.2.1:		
Objetivo 2.1: Produto 2.1.1: Produto 2.2.1:		
Objetivo 3.1: Produto 3.1.1: Produto 3.2.1:		
	Duração total:	Custo total:

5. Exclusões do escopo:

Produtos que não fazem parte do escopo do projeto.

Quadro 4.5 – Modelo para o Documento “Definição do Projeto” (Continua)

6. Marcos do projeto: Anexo

Marcos são eventos significativos do projeto. Usualmente, compreendem a conclusão de fases e/ou dos principais produtos do projeto. (Remover este comentário do documento final).

Marco	Data Conclusão	Produto(s) Completado(s)
Planejamento do Projeto	dd/mm/aa	Definição do Projeto
Marco 1	dd/mm/aa	• Produto 1
Marco 2	dd/mm/aa	• Produto 2
Marco 3	dd/mm/aa	• Produto 3
Conclusão do Projeto	dd/mm/aa	

7. Riscos: Anexo

Descrição/Identificação do Risco	Probabilidade alta/média/baixa	Impacto alto/médio/baixo	Plano de Ação
# Risco 1			
# Risco 2			

8. Análise das Partes Interessadas e Plano de Comunicações: Anexo

Identificadas as partes interessadas, a gerência deve determinar quais as informações necessárias para cada categoria, qual periodicidade com que esta informação deve ser emitida, utilizando sempre um documento padronizado: Relatório de Status (Quadro 4.14), Revisão da Definição do Projeto (Quadro 4.4), Controle de Tarefas (Quadro 4.8), Atualização do Cronograma (Quadro 4.9) e Controle do Custo (Quadro 4.10). (Remover este comentário)

Categoria:	Descrição / Tipo de Informação:	Contato Empresa / Departamento:	Tipo de Informação / Periodicidade (Exemplo)
Revisor	Qualquer um que revisará o resultado do projeto.		Controle de Tarefas/quinzenal
Projetos dependentes	Pessoas executando outros projetos que serão impactadas pelo projeto ou vice-versa.		Atualização do cronograma/mensal
Impactado pelo resultado	Qualquer um que é impactado diretamente pelos resultados do projeto.		Relatório de Status/mensal
Contribuinte	Qualquer um que estará diretamente envolvido no projeto.		Controle de Tarefas/quinzenal
Entrega	Qualquer um responsável pela entrega do projeto.		Atualização do cronograma/mensal
Fornecedor	Qualquer grupo ou pessoa(s) que será solicitado para implementar o projeto.		Atualização do cronograma/mensal
Patrocinador	A pessoa ou grupo que patrocinará o projeto.		Definição do Projeto/ Relatório de Status/mensal
Proprietário	A(s) pessoa(s) a quem pertencerá o resultado final do projeto.		Relatório de Status/mensal
Usuário	A(s) pessoa(s) que usará os resultados finais do projeto.		Definição do Projeto / relatório de Status/mensal

Quadro 4.5 – Modelo para o Documento “Definição do Projeto” (Conclusão)

9. Organização do Projeto:		<input type="checkbox"/> Anexo	
Função	Nome	Detalhes de Contato	
Patrocinador do projeto		Tel:	E-mail:
Gestor financeiro		Tel:	E-mail:
Usuário final		Tel:	E-mail:
Gerente do projeto		Tel:	E-mail:
Membro da equipe # 1		Tel:	E-mail:
Membro da equipe # 2		Tel:	E-mail:

10. Atribuições e Responsabilidades:					<input type="checkbox"/> Anexo
Indivíduo/organização	Define	Aprova/libera	Executa	Informado	
Patrocinador		X			
Usuário	X				
Gerente do projeto		X	X		
Stakeholder # 1					X
Stakeholder # 2					X
Agência do governo	X	X			

11. Plano da Qualidade:		<input type="checkbox"/> Anexo
Gerente Responsável:		
Documentação: assegurar-se que todos os documentos tenham nome e número de identificação, tenham assinaturas do autor e revisor, sejam corretamente datados e tenham um controle de revisão e distribuição. É fundamental que todos os envolvidos no projeto só trabalhem com versões oficiais e atualizadas da documentação, para evitar erros e inconsistências no produto final.		
Aquisição: assegurar-se de que todos os itens a serem adquiridos tenham norma de projeto indicada e procedimentos seqüenciais de inspeções e testes, bem como o tipo de registros a serem gerados.		
Descrição do Item	Procedimento de Referência	Tipo de Registro
Item 1		
Item 2		

12. Informações adicionais:		<input type="checkbox"/> Anexo

Aprovações:

Financiador

Proprietário

Usuário final

Gestor financeiro

Gerente do projeto

Outro

Estrutura Analítica de Projeto – WBS (Fase 2 – Projetos Médios e Grandes)

A Estrutura Analítica de Projeto, ou simplesmente WBS como é usualmente conhecida, é uma maneira de organizar o projeto em vários níveis de detalhe usando um diagrama hierárquico. Um diagrama tradicional mostra vários níveis, partindo de sistemas, até que níveis de detalhamento considerados adequados para gerenciamento sejam atingidos. A utilização dessa ferramenta provê uma lista de verificação dos principais produtos a serem produzidos e também facilita as estimativas de alocação de recursos. Grandes porções de trabalho são difíceis de estimar, mas quando divididas em porções menores, ou componentes individuais, são mais fáceis de estimar. Quando todas as porções tenham sido estimadas, basta agrupá-las para obter a estimativa geral.

Esta estrutura é também representada na forma tabular, mas é importante ela seja representada na forma de diagrama para permitir uma correta visualização dos níveis e das suas importâncias relativas à prontificação do projeto.

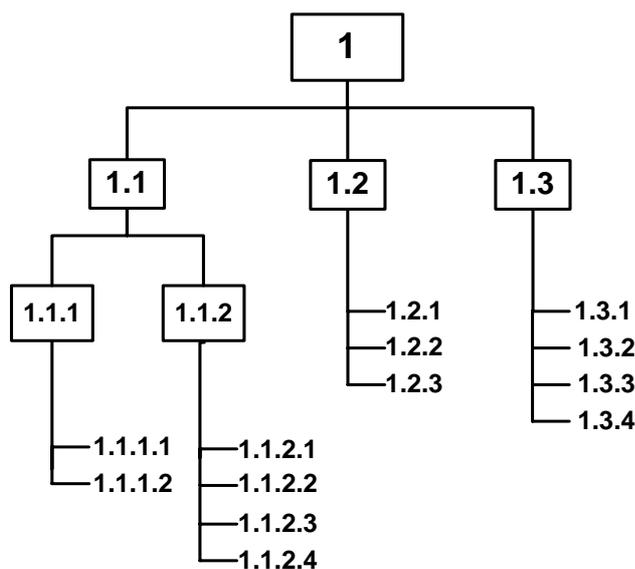


Figura 4.14 – WBS Genérico

Diferentes abordagens podem ser utilizadas para a decomposição do projeto em porções menores. A seguir, estão descritas essas abordagens, bem como exemplos ilustrativos de como aplicar a ferramenta para a condição que mais se adapte ao projeto a ser desenvolvido.

- **WBS Funcional:** Divisão em sistemas e subsistemas na forma como eles funcionam na engenharia de base. Um exemplo desta abordagem está representado na Figura 4.15.

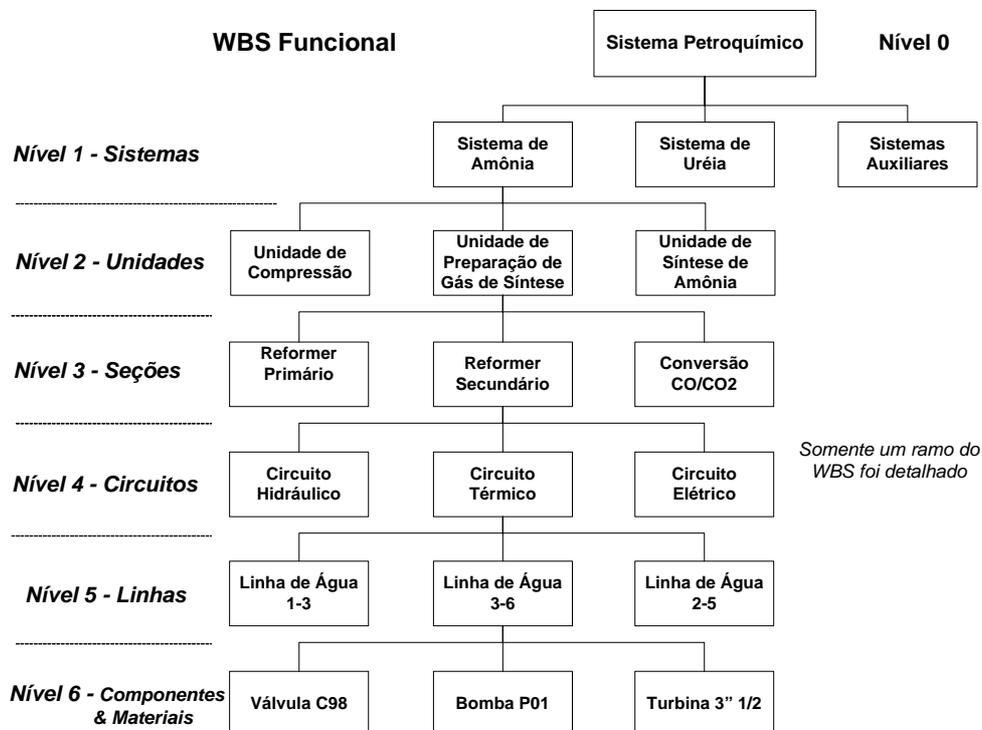


Figura 4.15 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica Funcional para Área Petroquímica (Adaptado de Bruzzone, 1999)

- **WBS Espacial:** Baseado no *layout* em termos lineares (tubulações, estradas, etc.), representação bidimensional (sistema tradicional de plantas e cortes), três dimensões (plataformas marítimas, prédios). Lógica associada ao canteiro de obras. Um exemplo desta abordagem está representado na Figura 4.16.



Figura 4.16 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica Espacial para Área Petroquímica (Adaptado de Bruzzone, 1999)

- **WBS por Processos de Trabalho:** Baseado na lógica dos processos de trabalho envolvidos no projeto. Um exemplo desta abordagem está representado na Figura 4.17.



Figura 4.17 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica de Processos de Trabalho (Adaptado de Bruzzone, 1999)

- **WBS por Decomposição Física:** Ligado à estrutura do produto e é útil para montagem. Um exemplo desta abordagem está representado na Figura 4.18.



Figura 4.18 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica da Decomposição Física (Adaptado de Bruzzone, 1999)

- **WBS por Objetivos:** Estruturar o projeto pelos seus marcos principais é também uma abordagem útil para avaliar a lógica dos seus relacionamentos. Um exemplo desta abordagem está representado na Figura 4.19



Figura 4.19 – Exemplo de WBS Baseado na Lógica de Objetivos (Adaptado de Bruzzone, 1999)

Lista de Tarefas (Fase 2 – Projetos Médios e Grandes)

Todas as organizações têm limitações nos recursos humanos para a realização das tarefas ligadas a um dado projeto. A primeira atribuição do gerente de projeto é encontrar uma maneira de executar o projeto de forma bem sucedida, considerando as limitações dos recursos disponíveis.

O planejamento de tarefas compreende o estabelecimento de uma equipe que possua as habilidades requeridas para executar o trabalho, bem como alocar os outros recursos que não são a mão-de-obra (ferramentas, equipamentos e processos) que capacitem o pessoal a concluir as tarefas.

O documento que combina a alocação de recursos com as datas de prontificação dos produtos é a **Lista de Tarefas**, cujo modelo está ilustrado no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 – Modelo para o Documento “Lista de Tarefas”

LISTA DE TAREFAS							
(Inserir nome e logo da organização)				Nome do Projeto: Departamento: Cliente:		Rev:	
<i>Este documento combina a alocação de recursos com a execução das tarefas e prontificação de produtos. Deve servir de base para rastrear o andamento do projeto e detectar desvios. Sugere-se que a primeira avaliação ocorra, pelo menos, na metade do prazo de execução da atividade para que possa ser detectado com antecedência tendência de desvio. (Remover este comentário do documento final)</i>							
WBSou No.	Tarefa / Produtos	Depen- de	Produto	Executor	Duração Dias	Cronograma	
						Data Inicial	Data Final
2.0	PROJETO						
2.1	Tarefa A.1						
2.1.1	Tarefa A.1.1						
2.1.2	Tarefa A.1.2						
2.2	Tarefa A.2	A.1					
2.2.1	Tarefa A.2.1						
2.2.2	Tarefa A.2.2						
2.3	Tarefa A.3	A.2					
2.3.1	Tarefa A.3.1						
2.4	Tarefa A.4	A.3					
Observações:						<input type="checkbox"/> Anexo	

Gerente do Projeto
Data:

Área Técnica
Data:

Os elementos que compõem o Quadro 4.6 e são os seguintes:

- **WBS:** identificação numérica da porção do projeto utilizada para gerar a tarefa;
- **Tarefa / Produto:** descrição resumida da tarefa / produto;
- **Dependência:** este elemento reflete as dependências entre as tarefas. A partir da técnica de diagramação em rede são definidos quatro tipos de relacionamento de dependência ou precedência (PMBOK[®], 2000):
 - ✓ Término/Início: o início do trabalho da sucessora depende do término do trabalho da predecessora;
 - ✓ Término/Término: o término do trabalho da sucessora depende do término da predecessora;
 - ✓ Início/Início: o início do trabalho da sucessora depende do início da predecessora;
 - ✓ Início/Término: o término do trabalho da sucessora depende do início da predecessora.

Para ilustrar este procedimento no modelo proposto, considere-se o exemplo apresentado no Quadro 4.6, que contém o modelo do documento **Lista de Tarefas**. Para este exemplo, foi assumida apenas a ocorrência do relacionamento lógico Início/Término, que é o mais usual. Neste caso, a Tarefa A.2 não pode iniciar até que a Tarefa A.1 seja encerrada. A Tarefa A.3 não pode iniciar até que a Tarefa A.2 seja encerrada. A Tarefa A.4 não pode iniciar até que a Tarefa A.3 seja completada.;

- **Produto:** nome do produto;
- **Executor:** principal responsável pela execução do produto;
- **Duração:** dias corridos para a execução da tarefa;
- **Cronograma:** data de início e término, conforme negociada com o executor.

Cronograma do Projeto – Gantt (Fase 2 – Projetos Médios e Grandes)

O cronograma de barras é uma representação bidimensional onde as tarefas são mostradas no eixo vertical e suas respectivas durações no eixo horizontal, conforme modelo mostrado no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 – Modelo para o Documento “Cronograma do Projeto”

Cronograma do Projeto (Gantt)																
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto: Departamento: Cliente: Rev.:															
	Abril 1996				Maio 1996				Junho 1996				Julho 1996			
Atividades / Produtos	31	7	19	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14
2.0 PROJETO	[Barra planejada: 31/04 a 23/06]															
2.1 Tarefa A.1	[Barra planejada: 07/04 a 21/04]															
2.1.1 Tarefa A.1.1	[Barra planejada: 07/04 a 14/04]															
2.1.2 Tarefa A.1.2	[Barra planejada: 14/04 a 21/04]															
2.1.3 Tarefa A.1.3	[Barra planejada: 21/04 a 28/04]															
2.2 Tarefa A.2	[Barra planejada: 05/05 a 19/05]															
2.2.1 Tarefa A.2.1	[Barra planejada: 05/05 a 12/05]															
2.2.2 Tarefa A.2.2	[Barra planejada: 19/05 a 26/05]															
2.3 Tarefa A.3	[Barra planejada: 02/06 a 16/06]															
2.3.1 Tarefa A.3.1	[Barra planejada: 02/06 a 16/06]															
2.4 Tarefa A.4	[Barra planejada: 30/06 a 07/07]															
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: white; border: 1px solid black;"></div> Planejado </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></div> Real </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black;"></div> Projetado </div> </div>																
	31	7	19	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14

- Revisar as tarefas planejadas;
- Determinar a mão-de-obra que foi utilizada para completar as tarefas encerradas;
- Analisar se o nível de recursos efetivamente utilizados está consistente com o nível de recursos que foram planejados para a realização das tarefas;
- Utilizar esta comparação em relação às datas planejadas para o início e o encerramento das tarefas; e
- Determinar se existe a necessidade de ajustamentos nas datas de início e encerramento das tarefas.

Existem várias maneiras de coletar, analisar e apresentar estas informações. Dois métodos são apresentados no modelo proposto. Para projetos de alta complexidade, que envolvem uma rede de atividades de centenas de tarefas, são necessários níveis adicionais de análise que podem incluir modelos matemáticos, os quais não fazem parte do escopo do modelo simplificado proposto no presente estudo.

Independente da ferramenta que venha a ser utilizada, a primeira ação do responsável pela condução do projeto é atualizar a **Lista de Tarefas** e o **Cronograma do Projeto**.

Os elementos chave para monitorar o progresso de um projeto estão indicados no Quadro 4.9 e são os seguintes:

- **WBS:** identificação numérica da porção do projeto utilizada para gerar a tarefa;
- **Descrição da Tarefa / Produto:** descrição resumida da tarefa / produto;
- **Dependência:** ver Lista de Tarefa;
- **Executor:** executor individual ou líder de equipe responsável pela execução da tarefa;
- **Cronograma do Previsto:** é o cronograma previsto para o projeto, conforme o Quadro 4.7;
- **Cronograma Executado:** esta informação torna-se disponível quando as tarefas são encerradas. No exemplo ilustrado no Quadro 4.9, algumas atividades

não foram preenchidas. Isto se deve ao fato de que algumas tarefas não foram completadas até a data de atualização. O exemplo mostra que o projeto está na Tarefa A.2.1.

- **Cronograma Alvo:** é o cronograma planejado, mais o cronograma executado, com os ajustamentos baseados na atualização dos dados do projeto. No exemplo do Quadro 4.9 o projeto deveria durar 91 dias. As tarefas atuais tomaram 15 dias a mais do que havia sido previsto.

Quadro 4.9 – Modelo do Documento “Controle de Tarefas”

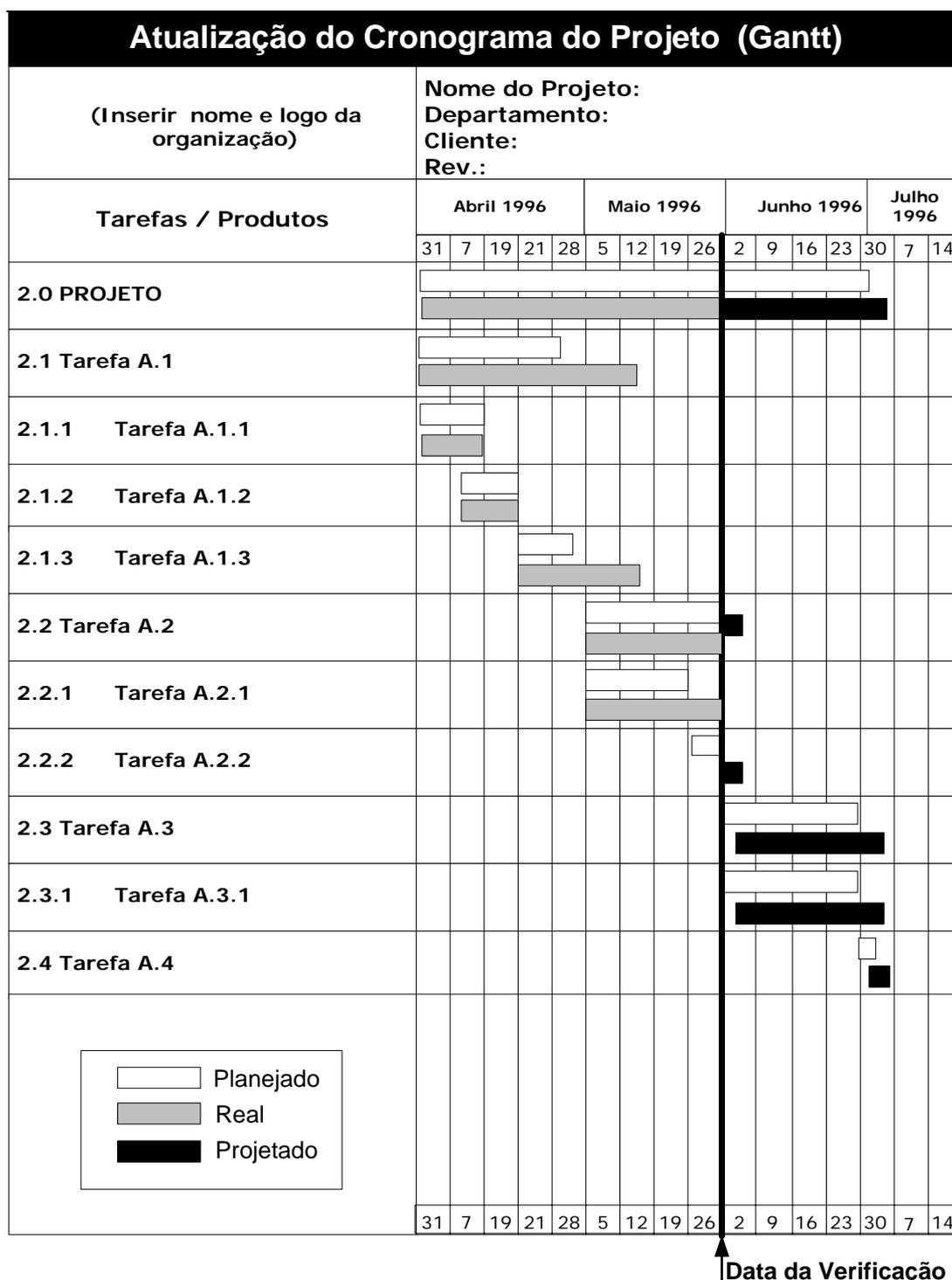
CONTROLE DE TAREFAS												
(Inserir nome e logo da organização)		Nome do Projeto: Departamento: Cliente: Data da Atualização:										
WBS	Tarefa / Produto	Depend.	Executor	Cronograma Previsto			Cronograma Executado			Cronograma Alvo		
				Início	Fim	Duração	Início	Fim	Duração	Início	Fim	Duração
2.0	PROJETO			1/4/96	1/7/96	91	1/4/96	1/7/96	91	1/4/96	5/7/96	95
2.1	Tarefa A.1		Serv. a	1/4/96	1/5/96	30	1/4/96	15/5/96	45	1/4/96	15/5/96	45
2.1.1	Tarefa A.1.1		Serv. b	1/4	10/4	10	1/4	10/4	10	1/4	10/4	10
2.1.2	Tarefa A.1.2		Serv. a	10/4	20/4	10	10/4	20/4	10	10/4	20/4	10
2.1.3	Tarefa A.1.3		Serv. b	20/4	1/5	10	20/4	15/5	25	20/4	15/5	25
2.2	Tarefa A.2	A.1	Serv. c	5/5	1/6/96	26	15/5			15/5	5/6/96	21
2.2.1	Tarefa A.2.1		Serv. b	5/5	25/5	20	15/5	31/5	15	15/5	31/5	15
2.2.2	Tarefa A.2.2		Serv. c	25/5	1/6	6	31/5			31/5	6/6	7
2.3	Tarefa A.3	A.2	Serv. b	1/6	28/6/96	28				6/6	2/7	27
2.3.1	Tarefa A.3.1		Serv. b	1/6	28/6	28				6/6	2/7	27
2.4	Tarefa A.4	A.3	Serv. d	30/6/96	1/7/96	2				3/7/96	5/7/96	2

Todas as atividades que não cumprirem as datas planejadas necessitam definição quanto razão, medida corretiva e impacto.

Atualização do Cronograma (Fase 3 – Projetos Médios e Grandes)

Quando a matriz do Quadro 4.9 está completa, é importante que o responsável pelo projeto prepare uma representação gráfica desta informação. Esta representação permite uma melhor visualização e disseminação das informações do *status* atual do projeto. Um modelo para esta representação está apresentado no Quadro 4.10, com um exemplo.

A linha vertical em destaque no cronograma representa a data presente, para qual os dados do projeto estão computados e atualizados. As barras horizontais de cor brancas são as durações previstas, conforme representadas no Quadro 4.7. As barras de cor cinza representam os dados atualizados até a data da presente verificação. As barras de cor preta refletem os ajustes necessários, até a data atual, em função dos dados reais do projeto.

Quadro 4.10 – Modelo do Documento “Atualização do Cronograma do Projeto”

Controle do Custo

A consideração básica relativa a todos os elementos de monitoração de um projeto baseia-se na comparação “planejado *versus* real”. Quando o responsável pelo projeto

Quadro 4.12 – Modelo para o Documento “Controle de Ações”

CONTROLE DE AÇÕES							
(Inserir nome e logo da organização)		Nome do Projeto: Departamento: Cliente: Rev.:					
Ação	Descrição da ação	Prioridade (A/M/B)	Data de Abertura	Designado para	Data Final	Status	Resoluções / Comentários

Relatório Sumário de Status (Fase 3 – Projeto Médio)

Relatar o *status* do projeto é uma parte integrante do processo de gerenciamento. É o meio pelo qual as partes interessadas do projeto são mantidas informadas do progresso das atividades chave, requeridas para completar o projeto de forma bem sucedida.

O propósito do modelo apresentado no Quadro 4.13 é estabelecer um formato padrão para disseminar as informações de progresso do projeto, para projeto de médio porte.

Quadro 4.13 – Modelo do Documento “Relatório Sumário de Status”

(Continua)

RELATÓRIO SUMÁRIO DE STATUS		
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto: Departamento: Cliente:	
	Data Emissão:	
<i>Os gerentes de projeto devem comunicar regularmente às partes interessadas o status do projeto e as expectativas futuras. Muitos casos de conflitos na condução de projetos surgem mais devido a problemas de comunicação do que devido a problemas reais. (Remover este comentário do documento final).</i>		
Situação dos Marcos do Projeto		
Marcos Principais	Data Alvo	Status
Marco 1		Concluído
Marco 2		No prazo
Marco 3		Atrasado
Marco 4		Não Iniciado
Etc.		

Quadro 4.13 – Modelo para o Documento “Relatório Sumário de Status”

(Conclusão)					
Situação do Orçamento					
Orçamento Planejado		Real		Estimativa para Conclusão	
Capital	Corrente	Capital	Corrente	Capital	Corrente
<ul style="list-style-type: none"> • Destaques em Relação ao Mês Anterior 					
1. Destaque #1					
2. Realizações #2					
3. Evento significativo					
<ul style="list-style-type: none"> • Problemas / Mudança de Escopo / Riscos (incluir descrição de impacto e medida corretiva) 					
1. (nenhum)					
2.					

Relatório de Status

O propósito do modelo apresentado no Quadro 4.14 é estabelecer um formato padrão para disseminar as informações de progresso do projeto, para projeto de grande porte.

Quadro 4.14 – Modelo do Documento “Relatório de Status” (Continua)

RELATÓRIO DE STATUS		
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto:	
	Departamento:	
	Cliente:	
	Data Emissão:	
<i>Os gerentes de projeto devem comunicar regularmente às partes interessadas o status do projeto e as expectativas futuras. Muitos casos de conflitos na condução de projetos surgem mais devido a problemas de comunicação do que devido a problemas reais. (Remover este comentário do documento final).</i>		
Sim	Não	Situação Geral
		O projeto será concluído no prazo previsto?
		O projeto será completado dentro do orçamento previsto?
		Os produtos serão completados dentro do nível de qualidade requerido?
		Houve mudanças de escopo? Elas foram gerenciadas com sucesso?
		Surgiram problemas significativos para a execução do projeto? Eles foram gerenciados com sucesso?
		Os riscos foram mitigados de forma bem sucedida?

Quadro 4.14 – Modelo para o Documento “Relatório de Status”

(Conclusão)

Observações adicionais sobre o item:

Realizações significativas no período:

Realizações planejadas para o próximo período:

Comentários adicionais:

Situação dos Marcos do Projeto						
Marcos Principais				Data Alvo	Status	
Marco 1					Concluído	
Marco 2					Atrasado	
Marco 3					No prazo	
Marco 4					Não Iniciado	
Etc.						
Situação do Orçamento						
Orçamento Planejado		Executado		Estimativa para Conclusão		
Capital	Corrente	Capital	Corrente	Capital	Corrente	

Anexar qualquer documento que seja considerado relevante:

- Revisão da Definição do Projeto (Quadro 4.4);
 - Controle de Tarefas (Quadro 4.8);
 - Atualização do Cronograma (Quadro 4.9);
 - Controle do Custo (Quadro 4.10).
-

4.7.3. Arquivos Padronizados - Módulo 4

Módulo –4: Termo de Entrega e Recebimento (Etapa de Aceitação)

O **Termo de Entrega e Recebimento** é o documento que caracteriza formalmente a aceitação por parte do cliente do(s) produto(s) desenvolvido(s) no projeto. A entrega formal do objeto do projeto é um aspecto importante do processo de gerenciamento, pois define claramente o marco de encerramento do projeto. Um modelo para este documento está apresentado no Quadro 4.15.

Quadro 4.15 – Modelo para o Documento “Termo de Entrega e Recebimento”

TERMO DE ENTREGA E RECEBIMENTO		
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto: Departamento: Cliente:	
	Data Emissão:	Revisão:
<i>É de fundamental importância que a entrega dos produtos feita pela gerente do projeto e a sua aceitação por parte do cliente se dê por meio de processo formal, a fim de caracterizar claramente o encerramento do projeto. (Remover este comentário do documento final).</i>		
Declaração de Conformidade		
Declaro que os itens abaixo listados, estão conformes com as especificações e requisitos do Contrato _____ e foram aceitos integralmente.		
Item No.	Descrição	

Gerente do projeto

Representante Cliente

Avaliação do Usuário (Módulo 4 – Projetos Médios e Grandes)

A coleta de indicadores é importante, pois permite avaliar o desempenho do resultado projeto em relação às expectativas do usuário final. Qualidade e indicadores estão diretamente relacionados. É difícil melhorar a qualidade dos processos ou produtos sem que haja a possibilidade de coletar indicadores.

Alguns indicadores podem ser do tipo quantitativo, tal como indicadores financeiros, pois a coleta de informações é razoavelmente fácil. Outros tipos de indicadores podem ser de natureza qualitativa, e serem obtidos por meio de questionário de avaliação.

O documento **Avaliação do Usuário**, apresentado Quadro 4.16, visa levantar indicadores de desempenho relativos à utilização do produto do projeto pelo usuário final. As perguntas constantes neste documento são voltadas à área de concentração de processos químicos e informática, abrangendo projetos de controle e instrumentação. Para projetos de

outras áreas, estas questões devem ser reformuladas, de modo a refletir os parâmetros de avaliação de desempenho que melhor representem o produto em foco.

Quadro 4.16 – Modelo para o Documento “Avaliação do Usuário”

AVALIAÇÃO DO USUÁRIO				
(Inserir nome e logo da organização)		Nome do Projeto: Cliente:		
		Data Emissão:		
<p><i>O propósito deste documento é fornecer informações sobre a utilização dos produtos do projeto. Os resultados dessa avaliação serão usados para determinar o quão bem estão sendo atendidas as necessidades do usuário e o que pode ser feito para implementar eventuais melhorias. (Remover este comentário do documento final).</i></p>				
5	4	3	2	1
Muito Satisfeito	Satisfeito	Neutro	Não Muito Satisfeito	Descontente
1. Expresse o seu grau de satisfação relativamente à solução fornecida para as seguintes áreas:				
• Fácil de usar			5 4 3 2 1	
• Tempo de resposta			5 4 3 2 1	
• Confiabilidade			5 4 3 2 1	
• Qualidade geral			5 4 3 2 1	
• Funcionalidade			5 4 3 2 1	
2. Expresse o seu grau de satisfação pessoal:				
• O treinamento fornecido foi adequado			5 4 3 2 1	
• O suporte para a solução de problemas foi adequado			5 4 3 2 1	
• A solução fornecida aumentou a produtividade			5 4 3 2 1	

Avaliação do Cliente (Módulo 4 – Projetos Médios e Grandes)

O documento **Avaliação do Cliente** visa avaliar o desempenho projeto em relação às expectativas do cliente, considerando comunicação, custo, prazo, qualidade, funcionalidade e contribuição para negócio. Um modelo para este documento está apresentado no Quadro 4.17.

Quadro 4.17 – Modelo para o Documento “Avaliação do Cliente”

AVALIAÇÃO DO CLIENTE					
(Inserir nome e logo da organização)		Nome do Projeto: Cliente:			
		Data Emissão:			
<i>O propósito deste documento é fornecer informações sobre a execução dos produtos do projeto. Os resultados dessa avaliação serão usados para melhorar os processo de condução de projetos na organização. (Remover este comentário do documento final).</i>					
5	4	3	2	1	
Muito Satisfeito	Satisfeito	Neutro	Não Muito Satisfeito	Descontente	
1. Exprese o seu grau de satisfação relativamente à solução fornecida para as seguintes áreas:					
• Custo			5	4	3 2 1
• Tempo de entrega			5	4	3 2 1
• Qualidade			5	4	3 2 1
• Funcionalidade			5	4	3 2 1
2. Exprese o seu grau de satisfação:					
• A solução entregue atendeu as suas expectativas?			5	4	3 2 1
• A solução entregue atendeu as necessidades do negócio?			5	4	3 2 1
• O andamento do projeto foi comunicado regularmente?			5	4	3 2 1
• A equipe do projeto foi uma parceira efetiva?			5	4	3 2 1

Avaliação do Projeto (Módulo 4 – Projetos Médios e Grandes)

Um aspecto que permite a melhoria de desempenho na condução de projetos é a avaliação e o registro daquilo que funcionou e daquilo não funcionou na condução de um determinado projeto. Estas informações, quando propriamente discutidas e registradas, passam a compor um banco de dados de lições aprendidas, que passam a indicar as melhores práticas a serem seguidas. Um modelo para esta avaliação está apresentado no Quadro 4.18.

Quadro 4.18 – Modelo para o Documento “Avaliação do Projeto”

(Continua)

AVALIAÇÃO DO PROJETO	
(Inserir nome e logo da organização)	Nome do Projeto: Departamento: Cliente: Data
Planejamento do Projeto	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Plano do Projeto / Estimativas	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Avaliação de Requisitos	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Fase de Projeto Conceitual e Detalhamento	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Fabricação e Testes	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Implementação	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Premissas do Projeto	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	

Quadro 4.18 – Modelo para o Documento “Avaliação do Projeto”

(Conclusão)

Avaliação da Gerência do Projeto	
Gerência do Plano	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Gerência do Escopo	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Comunicações	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Gerência da Qualidade	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	
Gerência dos Riscos	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias::	
Outros Comentários	
Funcionou bem / Áreas para Melhorias:	

Gerente do projeto

Supervisor

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Introdução

Para ilustrar aplicação do modelo, apresenta-se o seu emprego num projeto desenvolvido no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CNEN/CDTN, no âmbito da cooperação técnica com a Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA. Aspectos muito específicos e detalhes que não contribuam para o entendimento do modelo proposto foram suprimidos na descrição que segue, tais como as referências bibliográficas levantadas na prospecção de informações relativas a aspectos técnicos do projeto. Estas referências somam em torno de 350 títulos, incluindo artigos, normas, guias de projeto e *handbooks*.

Este projeto, identificado como RLA/4/018 e intitulado “Management of Spent Fuel From Research Reactors”, constitui-se de um esforço conjunto das instituições nucleares da Argentina, Brasil, Chile, México e Peru e visa definir as condições básicas para uma estratégia regional para o gerenciamento dos combustíveis queimados, que fornecerá soluções que estão dentro das realidades tecnológicas e econômicas dos países envolvidos, e, em particular, para determinar o que é necessário para a armazenagem a seco e em piscina de combustíveis queimados dos reatores de pesquisa da região da América Latina.

O CDTN é responsável por definir uma solução de engenharia para o transporte e a armazenagem a seco de combustíveis queimados, para qual foi aplicado o modelo de gerenciamento proposto no presente estudo.

5.2. Descrição do Estudo de Caso

O projeto aqui descrito se constitui em uma das metas do projeto regional da AIEA RLA/4/018, Gerenciamento de Combustíveis Queimados de Reatores de Pesquisa, que conta com a participação de especialistas da Argentina, Brasil, Chile, México e Peru. As demais atividades do projeto RLA/4/018 são: i) Caracterização do Combustível Queimado; ii) Legislação e Segurança Nuclear; iii) Alternativas de Armazenamento; iv) Estratégia de Comunicação Pública. O Brasil é responsável pela execução do projeto de componente(s) que permita(m) o transporte e o armazenamento de combustíveis queimados, sendo os

participantes o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.

O gerente deste projeto no CDTN/CNEN decidiu aplicar o modelo proposto para o gerenciamento do projeto em questão, pois havia a percepção de que a ausência de uma formalização de planejamento e controle poderia comprometer o sucesso deste projeto. O modelo proposto foi aplicado a partir de 2003. O encerramento previsto para este projeto é dezembro/2005.

O objetivo específico da tarefa do CDTN/CNEN é definir e projetar uma solução de engenharia para o transporte e o armazenamento de combustíveis queimados dos reatores de pesquisa da região e que obtenha a aprovação das autoridades competentes dos países envolvidos.

Os países participantes do projeto RLA/4/018 ainda não tomaram a decisão sobre a forma de armazenamento intermediário dos elementos combustíveis queimados de seus reatores de pesquisa, que poderá ser a seco ou em piscina, nas próprias instalações do reator ou longe delas. Estima-se que Argentina e Brasil terão esgotado as suas capacidades de armazenamento de alguns de seus reatores de pesquisa no período de 2008 a 2010, sendo necessária nesta ocasião a disponibilidade de uma solução para transporte e armazenagem dos elementos combustíveis queimados.

5.3. Aplicação do Modelo Passo-a-Passo

A aplicação do modelo neste estudo de caso abrange os Módulos 1, 2 e 3, descritos no Capítulo 4, que contemplam os processos e técnicas essenciais que constituem o modelo proposto.

O Módulo 4, referente ao encerramento do projeto, não foi aplicado ao presente estudo de caso, pois o projeto tem como horizonte de encerramento previsto o ano de 2005. Entretanto, considera-se que não há prejuízo para o entendimento e comprovação do modelo, tendo em vista que Módulo 4 trata da formalização do encerramento do projeto e da discussão dos acertos e erros ocorridos no planejamento e na execução de modo a dispor de um acervo de conhecimento que permita a melhoria contínua no processo de gerenciamento de projetos.

5.3.1. Aplicação do Módulo 1: Geração / Inovação

Aplicação da Etapa 1 do Módulo 1: Coleta e Prospecção de Informações

No presente estudo de caso, inicia-se a aplicação do modelo pela execução da Etapa 1 do Módulo 1, conforme Figura 5.1. Esta fase se refere à coleta e prospecção de informações. Para este estudo de caso, a prospecção de informações teve como base de dados principal o sistema INIS – *International Nuclear Information System*, que é um sistema cooperativo com mais de 30 anos de experiência que conta com a participação de mais de 120 países e organizações internacionais. O principal produto do sistema é a base de dados bibliográficos INIS. Esta base tem a mais completa cobertura sobre aplicações pacíficas da ciência e tecnologia nucleares. Atualmente, a base contém mais de 2,2 milhões de registros sendo a fonte mundial mais completa sobre literatura técnico-científica na área nuclear (CNEN, 2003).

A CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear - representa o Brasil no INIS desde a sua criação. E, desde então, garante o acesso dos brasileiros a este sistema e a cobertura da literatura nacional pela base INIS (CNEN, 2003).

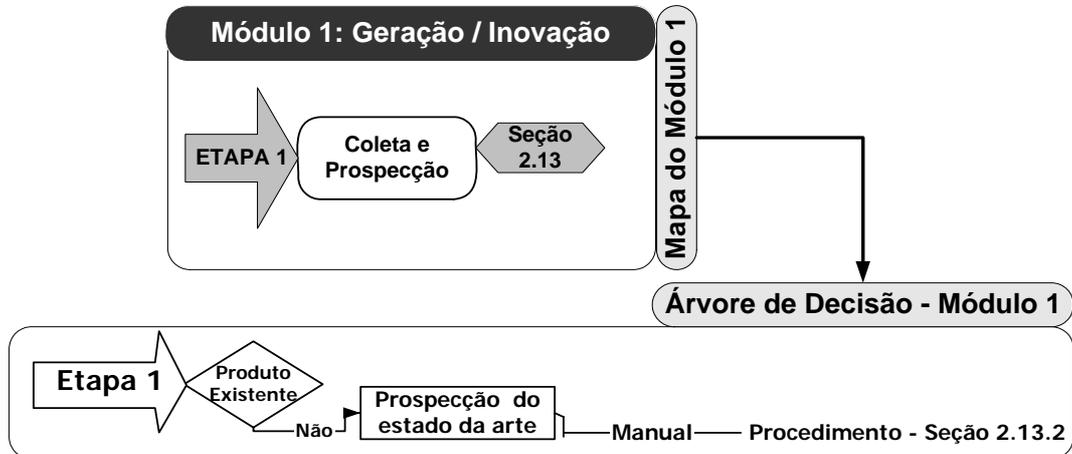


Figura 5.1 – Aplicação da Etapa 1 do Módulo1: Coleta e Prospecção de Informações

O resultado da prospecção de informações, para o projeto em questão, indicou os componentes denominados como cascos ou embalados como a solução de engenharia consagrada para o transporte de combustíveis queimados e, eventualmente, para sua estocagem intermediária a seco. A experiência mundial levantada pelos executores, indica que o conceito básico para este tipo de aplicação permanece mantido e que não existem

previsões de evoluções radicais, estando o aspecto da inovação focado nas melhorias incrementais associadas à substituição de materiais e a melhorias nas ferramentas de cálculo e simulação.

Os resultados da pesquisa indicaram que, por exigência das normas internacionais, estes componentes devem ser objeto de aprovação das autoridades competentes dos países envolvidos, as quais requerem um Relatório de Análise de Segurança detalhado como parte de documentação necessária para obtenção desta aprovação. No caso do Brasil, a autoridade competente para análise e decisão sobre este pedido de aprovação é a Comissão Nacional de Energia nuclear - CNEN. Com relação aos demais países participantes, apenas a Argentina manifestou explicitamente seu desejo de participar integralmente do processo de aprovação deste componente.

Outro aspecto evidenciado na etapa de prospecção de informações, é existência de poucos modelos de cascos disponíveis no mercado mundial e poucas unidades de cada modelo, confirmando a existência de uma necessidade a ser atendida e justificando, portanto, o mérito da execução desse projeto. Desta forma, a opção pelo aluguel de cascos já existentes, além do alto custo de locação da unidade e seus equipamentos auxiliares e contratação de mão-de-obra especializada, traz ainda o inconveniente de longos prazos de espera para efetiva realização da operação de remoção do combustível. A existência de um casco regional certificado irá suprir esta lacuna existente nos programas de gestão de reatores de pesquisa na região da América Latina.

Aplicação da Etapa 2 do Módulo 1: Análise Funcional

Na seqüência de aplicação do modelo proposto, o próximo passo é realizar a análise funcional, conforme esquema representado na Figura 5.2.

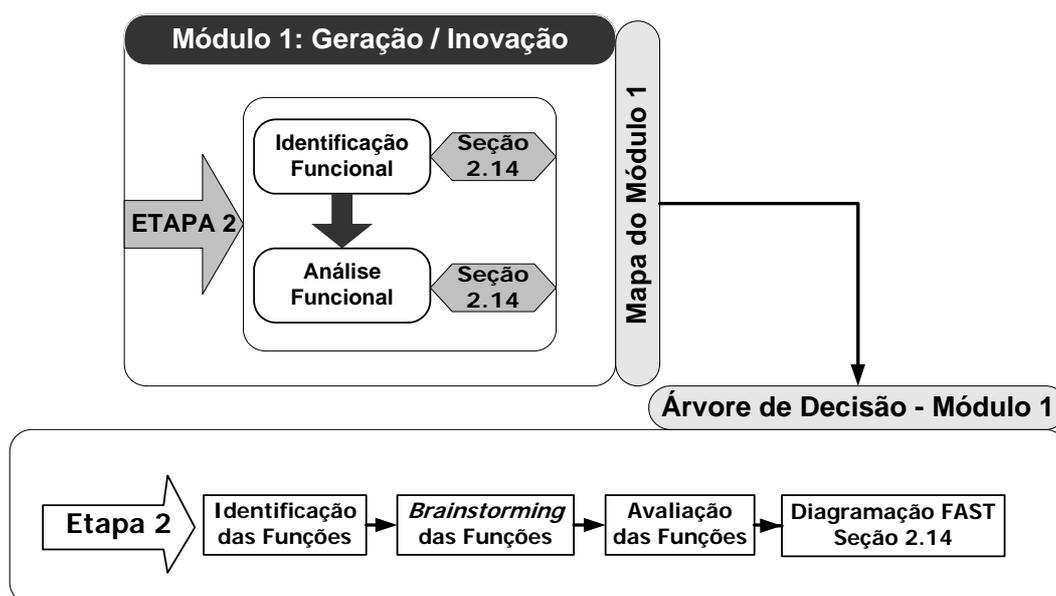


Figura 5.2 – Aplicação da Etapa 2 do Módulo 1: Análise Funcional

Para cumprir a Etapa 2 do Módulo 1 e identificar as funcionalidades que o objeto desse projeto deve cumprir, foram realizadas consultas junto às partes interessadas – representantes dos países participantes do projeto RLA/4/018 – as quais indicaram que ainda não havia sido tomada uma decisão sobre a forma de armazenamento intermediário dos elementos combustíveis queimados de seus reatores de pesquisa, que poderá ser a seco ou em piscina, nas próprias instalações do reator ou longe delas. Isto indicou a necessidade do desenvolvimento de um produto que permita o transporte material radioativo por vias públicas ou, caso a decisão seja por armazenamento por via seca, que exista uma opção para o armazenamento direto dos elementos combustíveis queimados em embalagem apropriada.

Para organizar e aprofundar os resultados dessa consulta foi aplicada a abordagem da Diagramação FAST – que enfatiza “o que o produto deve fazer” e ao invés do “que é o produto”. Nesta técnica, uma função é mais bem descrita por um verbo e um substantivo. Para o presente estudo de caso, utilizando-se a técnica de *brainstorming*, foram listados os verbos e os substantivos que a equipe considerou que tinham ligação com o objeto do projeto. Em seguida, utilizando-se a técnica de *brainstorming* reverso, foram estabelecidas referências cruzadas entre todos os verbos e todos substantivos, eliminando-se as combinações não coerentes, conforme ilustrado na Figura 5.3.

VERBOS	SUBSTANTIVOS	COMBINAÇÕES
• Embalar	• Geometria	Embalar Geometria
• Manusear	• Acessórios
• Testar	• Blindagem
• Armazenar	• Material Radioativo	Embalar Material Radioativo
• Garantir	• Modelo 1:2
• Testar	• Casco
• Resistir	• Fogo	Embalar Fogo
• Manter	• Inundação
• Transportar	• Estanqueidade
• Prevenir	• Requisitos
	• Choque
	• Meio-ambiente	Embalar Meio-ambiente
	• Operadores
	• Instalações	Embalar Instalações
	• População	Embalar População

Figura 5.3 – *Brainstorming* das Funções – Diagramação FAST

Estabelecidas as combinações coerentes, a etapa seguinte consistiu na classificação das funções por meio da técnica de análise de *clusters*, conforme ilustrado na Figura 5.4.

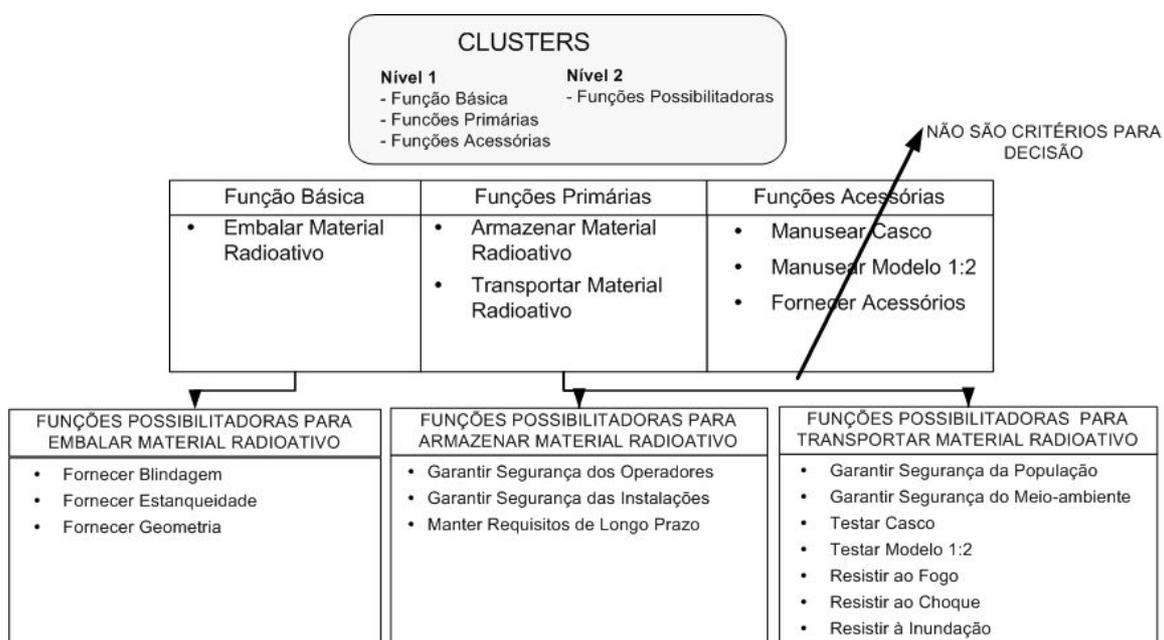


Figura 5.4 – Classificação das Funções por Análise de *Clusters*

Em seguida, estas funções foram ordenadas segundo a técnica da diagramação FAST, que indicou as relações entre as funcionalidades que o objeto desse projeto deve cumprir, conforme mostrado na Figura 5.5. A avaliação das funções possibilitadoras da

função básica – fornecer blindagem, fornecer estanqueidade e fornecer geometria segura – indicou que a principal diferença para cumprir as funções de armazenamento e transporte, num único produto, residia na função “fornecer estanqueidade”. Esta análise indicou que a combinação das funcionalidades de transporte e armazenamento, em um único produto, poderia ser obtida com adoção de uma vedação metálica em substituição a uma vedação com material elastomérico, que só atenderia a função de transporte. Desta forma, a análise funcional indicou como solução recomendada a utilização de um casco dual para apoiar a gestão dos combustíveis queimados dos reatores de pesquisa da região da América Latina.

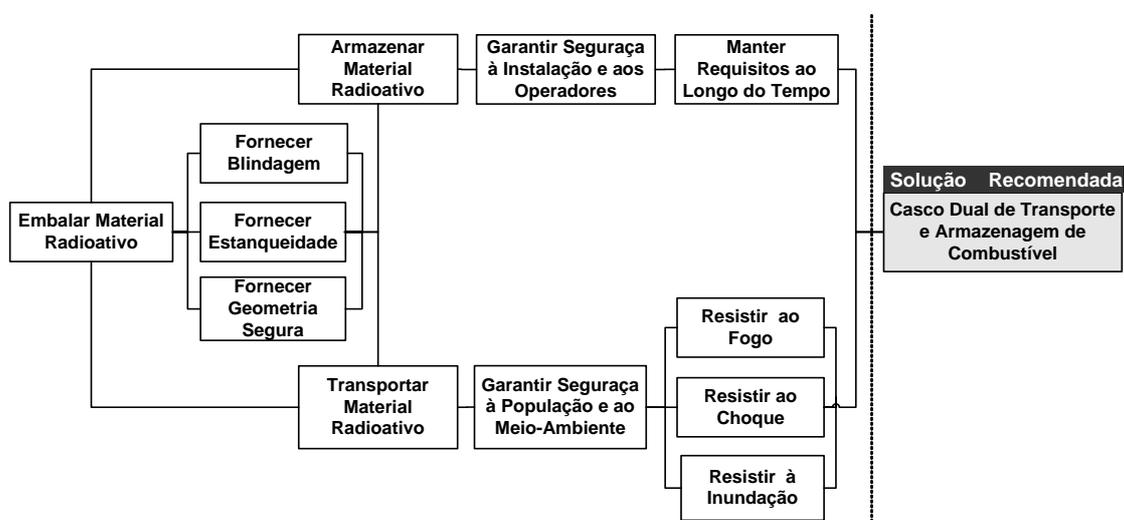


Figura 5.5 – Diagramação FAST para Projeto do Estudo de Caso

As normas levantadas nos estudos prospectivos indicaram que para o casco dual recomendado, deve ser executada uma bateria de testes obrigatória. A experiência internacional de projeto acumulada para esses componentes indicou que, para reduzir os custos de desenvolvimento, é permitido realizar essa bateria de testes em modelos em escala. Para o presente projeto, os técnicos responsáveis decidiram pela fabricação de um protótipo em escala 1:2, para realizar os testes de qualificação (resistir ao fogo, resistir ao choque, resistir à inundação).

Aplicação das Etapas 3, 4 e 5 do Módulo 1: Geração de Alternativas, Avaliação de Alternativas e Solução Recomendada

As etapas seguintes da seqüência da aplicação do Módulo 1 do modelo proposto, referem-se à Geração de Alternativas, à Avaliação das Alternativas e à definição da Solução Recomendada, conforme representado no diagrama da Figura 5.6.

Para o presente estudo de caso, a diagramação FAST já resultou na solução recomendada, tendo em vista a experiência da engenharia acumulada para essa classe de produtos, conforme o que foi levantado nos estudos prospectivos da Etapa 1. Este fato torna não aplicáveis as Etapas 3, 4 e 5 do Módulo1.

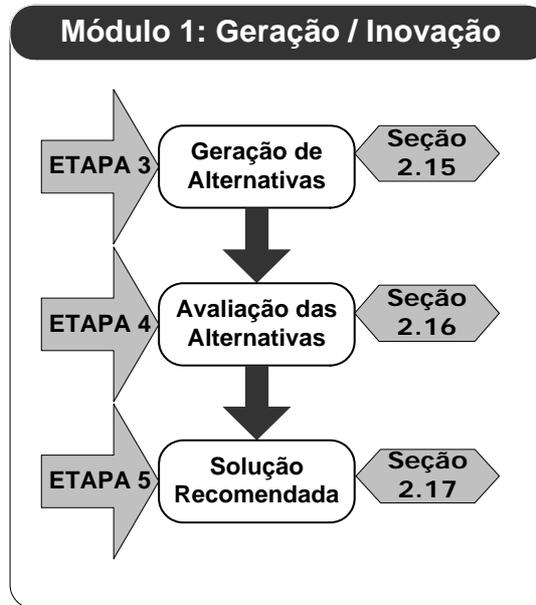


Figura 5.6 – Aplicação das Etapas 3, 4 e 5 do Módulo 1: Geração de Alternativas, Avaliação de Alternativas e Solução Recomendada

5.3.2. Aplicação do Módulo 2 – Iniciação / Planejamento

Aplicação da Fase 1 do Módulo 2: Iniciação do Projeto

A Fase 1 do Módulo 2, diz respeito à elaboração do documento que apresenta uma visão geral do projeto com a definição dos seus parâmetros críticos – Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade (ECCQ). Dependendo das características do projeto, o seu documento de formalização pode ser uma **Solicitação de Serviço**, uma **Definição Resumida do Projeto** ou uma **Definição do Projeto**.

O primeiro passo para aplicação do Módulo 2 é a definição do tamanho do projeto. O projeto apresentado neste estudo de caso, tem como orçamento inicial o valor aproximado de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil Reais), uma duração de 36 meses e um grau de complexidade alto, levando-se em consideração seu escopo que inclui a elaboração dos desenhos do casco e seus acessórios, a elaboração dos desenhos e a procedimento para fabricação de modelo em escala 1:2, a realização dos testes obrigatórios

e a elaboração de um relatório de análise de segurança. O custo acima citado, diz respeito somente à fabricação de um protótipo 1:2 do casco, a despesas com testes e viagens, já que a mão-de-obra e a infra-estrutura laboratorial são consideradas como contrapartida das instituições participantes, não sendo computadas para efeito de orçamento.

A classificação do tamanho do projeto foi feita levando-se em conta a duração, a complexidade técnica e de interface com as partes interessadas, o que resultou na indicação de uma estruturação de um projeto de grande porte como sendo a mais adequada, não obstante o valor de R\$ 150.000,00 estar indicado para um projeto de médio porte. O produto da aplicação do Módulo 2 – Fase 1 do modelo proposto para o presente estudo de caso é, portanto, o documento **Definição do Projeto**. A Figura 5.7 ilustra a seqüência de aplicação do modelo para esta etapa.

Conforme estabelecido pelas referências levantadas na etapa de prospecção de informações, o projeto de um casco regional deve ser desenvolvido obrigatoriamente segundo um Programa de Garantia da Qualidade – PGQ – plenamente estabelecido e aplicado a todas suas etapas – projeto do casco, fabricação, montagem e ensaio de protótipos e procura de fornecedores. Todo trabalho deve se desenvolver sob a ótica de um PGQ, que demanda o controle de documentação e de todas as atividades importantes para a segurança e para a qualificação de pessoal. O item 11 do documento **Definição do Projeto** reflete este aspecto.

Além dos parâmetros críticos (ECCQ) do projeto, o documento **Definição do Projeto** inclui também uma avaliação dos riscos envolvidos e medidas para sua mitigação. Os riscos aqui considerados são aqueles problemas potenciais que podem ocorrer e de alguma maneira impedir o sucesso do projeto. As áreas de risco consideradas críticas foram: a dos riscos técnicos, a dos riscos de custos e a dos riscos de cronograma. É importante mencionar, levando-se em conta o ineditismo do projeto para a equipe e para o parque tecnológico nacional, que a avaliação dos riscos no planejamento só pode ser realizada de forma qualitativa e que as probabilidades de ocorrência e impacto seguiram a experiência pregressa dos executores em outros projetos de desenvolvimento.

Quanto aos riscos técnicos, sendo esta a primeira vez que se projetará no Brasil casco para transporte de material físsil de alta atividade e também a primeira vez que se submeterá à autoridade competente nacional uma solicitação de aprovação de projeto de

embalado, a pouca experiência acumulada pela equipe projetista e pela autoridade competente poderá levar a dificuldades e atrasos no processo de obtenção da aprovação do projeto. A equipe projetista necessita de treinamento adicional em áreas específicas, como simulação numérica de ensaios térmicos e de impacto e projeto segundo código ASME. E, finalmente, não existe experiência acumulada em ensaios de impacto e ensaios térmicos, prescritos para este tipo de casco.

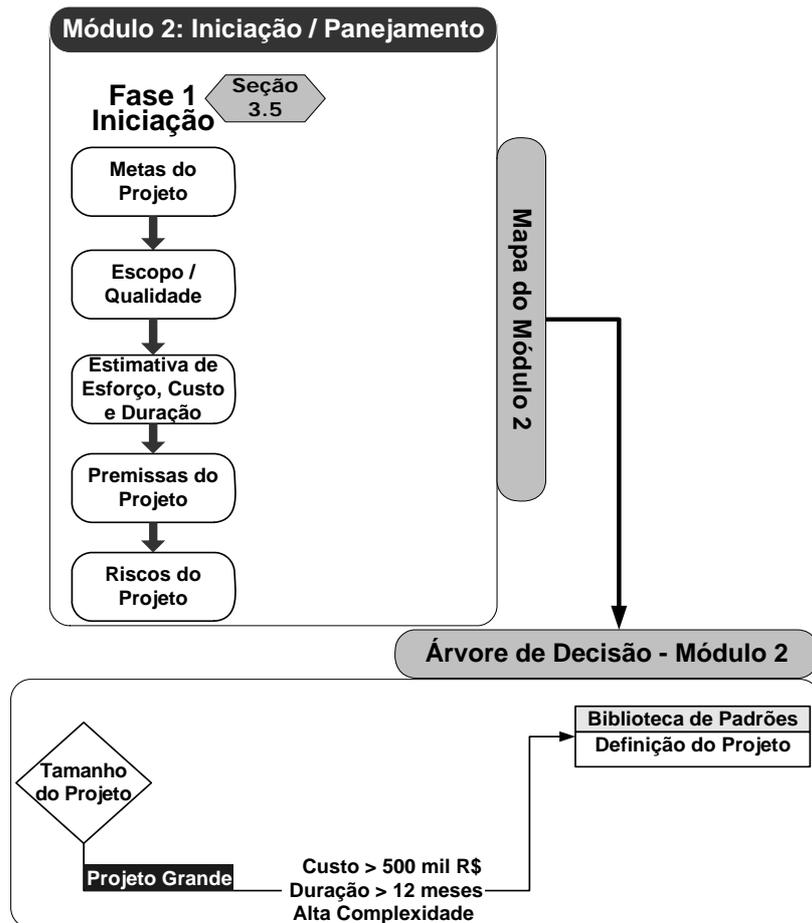


Figura 5.7 – Aplicação da Fase 1 do Módulo 2: Iniciação do Projeto

Quanto aos riscos de custo, devido aos aspectos de desenvolvimento não totalmente dominados no início do projeto, associados a aspectos de garantia da qualidade não usuais para a indústria tradicional, existe o risco de que os custos do projeto sejam subestimados no planejamento inicial.

Os riscos de cronograma estão associados aos riscos técnicos e são inerentes a um projeto de desenvolvimento, no qual o próximo passo só fica evidente quando uma etapa é

finalizada, havendo também alta probabilidade da ocorrência de adição de atividades necessárias, mas que não haviam sido previstas originalmente.

O documento **Definição do Projeto** para o presente estudo de caso está apresentado no Quadro 5.1, tendo sido a sua revisão 0 elaborada em março/2003. A **Definição do Projeto** apresentada neste estudo de caso corresponde a sua revisão 01, que foi realizada no mês de julho de 2004, quando da realização do segundo Workshop de avaliação do projeto, realizado no CDTN/CNEN, Belo Horizonte, de 28 de junho a 02 de julho de 2004. É importante observar que a **Definição do Projeto** é um documento dinâmico que deve sofrer atualizações periódicas, de modo a refletir a situação real do projeto, servindo ao longo do seu ciclo de vida como uma referência.

Quadro 5.1 – Definição do Projeto para o Estudo de Caso

(Continua)

DEFINIÇÃO DO PROJETO



Nome do Projeto: Casco de Duplo Propósito
Departamento: Segurança Nuclear
Cliente: Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA

Data Emissão: 02/07/2004	Revisão: 01
------------------------------------	-----------------------

1. Sumário do Projeto

Anexo

1.1 Situação Atual e Mudança Pretendida:

Estima-se que Argentina e Brasil terão esgotado a capacidade de armazenamento de combustíveis queimados de alguns de seus reatores de pesquisa no período de 2008 a 2010, sendo necessária nesta ocasião a disponibilidade de uma solução de engenharia que permita o transporte e o armazenamento desse material. O propósito deste projeto é disponibilizar uma solução de engenharia compatível com as realidades tecnológicas e econômicas dos países envolvidos.

1.2 Premissas e Limitações:

- Para execução do projeto, os institutos brasileiros – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN e Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN – irão alocar pessoal qualificado nas áreas pertinentes. Contudo, será necessário treinamento complementar nas seguintes competências, a saber: projeto segundo código ASME, simulação numérica de ensaios térmicos e de impacto.
 - Algumas instalações de ensaio estão disponíveis no CDTN, como plataforma para ensaios de queda-livre e tanque para ensaio de imersão em água. O ensaio térmico será realizado em forno industrial alugado de firma na região de Belo Horizonte.
 - Para execução da simulação numérica do ensaio de queda-livre, o IPEN dispõe do código computacional ANSYS LS-DYNA, cuja licença de utilização deverá ser renovada durante a duração do projeto. A simulação do ensaio térmico será feita com o código ANSYS Mechanical, cuja licença o CDTN possui.
-

Quadro 5.1 – Definição do Projeto para o Estudo de Caso

(Continua)

1.3 Áreas Impactadas:

A área de projeto do Serviço de Engenharia de Reatores e Sistemas do CDTN e áreas técnicas envolvidas do Centro de Engenharia Nuclear do IPEN.

2. Abordagem Adotada:

 Anexo

2.1 – Alternativas:

Os países participantes do projeto RLA/4/018 ainda não tomaram a decisão sobre a forma de armazenamento intermediário dos elementos combustíveis queimados de seus reatores de pesquisa, que poderá ser a seco ou em piscina, nas próprias instalações do reator ou longe delas. Uma solução apontada pela análise funcional (FAST), é a utilização de um casco que poderá ser usado para o transporte deste material por vias públicas ou, caso a decisão seja por armazenamento por via seca, para o armazenamento direto dos elementos combustíveis. Esta solução atenderá qualquer decisão que venha a ser tomada pelos países participantes.

2.2 – Alternativa 1:.

Armazenamento a seco ou em piscina nas próprias instalações do reator.

2.3 – Alternativa 2:.

Armazenamento a seco ou em piscina longe das instalações do reator.

2.4 – Solução Recomendada:.

Casco Dual de Transporte e Armazenagem de Combustíveis Irrradiados.

3. Metas/Objetivos:

 Anexo

Meta 1: Executar o projeto do casco e do modelo 1:2

Objetivo 1.1: elaborar desenhos mecânicos – projeto básico.

Objetivo 1.2: executar cálculo estrutural

Objetivo 1.3: executar cálculo térmico

Objetivo 1.4: executar cálculos de blindagem à radiação e criticalidade nuclear

Meta 2: Fabricar modelo em escala reduzida

Objetivo 2.1: projetar modelo em escala

Objetivo 2.2: identificar de fornecedor(es) qualificado(s)

Objetivo 2.3: contratar a fabricação

Meta 3: Ensaaiar modelos

Objetivo 3.1: simular numericamente o ensaio em queda livre

Objetivo 3.2: executar o ensaio de queda livre e penetração

Objetivo 3.3: simular numericamente o ensaio térmico

Objetivo 3.4: executar o ensaio térmico

Meta 4: Licenciamento do casco

Objetivo 4.1: Preparação do Relatório de Análise de Segurança do casco

Objetivo 4.2: Estabelecer plano de comunicação com os licenciadores

4. Escopo/Cronograma/Custo:

 Anexo

Escopo:	Duração: (meses)	Custo: (R\$)
Projeto de Componentes (modelo 1:2)	Setembro/2004	21.000,00
Fabricação do modelo em escala 1:2	Março/2005	120.000,00
Ensaio e Testes	Junho/2005	50.000,00
Licenciamento	Dezembro/2005	4.000,00
	Duração total: 36 meses	Custo total: 195.000,00

Quadro 5.1 – Definição do Projeto para o Estudo de Caso

(Continua)

5. Exclusões do Escopo:

Não faz parte do escopo do projeto a fabricação de cascos de transporte. Sua abrangência se limita à fabricação de um protótipo para testes e certificação, necessário para elaborar a documentação requerida para a aprovação do projeto pelas autoridades competentes dos países envolvidos.

6. Marcos do Projeto:

 Anexo

Marco	Data Conclusão	Produto(s)
Marco 1 –Cálculo Térmico e-Estrutural do Modelo em Escala	Novembro/2004	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de Cálculo Térmico • Memorial de Cálculo Estrutural
Marco 2 –Cálculos de Blindagem e Criticalidade do Modelo em Escala	Agosto/2004	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de Cálculo de Blindagem e Criticalidade
Marco 3 – Fabricação do Modelo 1:2	Março/2005	<ul style="list-style-type: none"> • Casco Escala 1:2 • <i>Data Book de Fabricação</i>
Marco 4 – Ensaios	Junho/2005	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de Resultados dos Ensaios
Marco 5 – Simulação numérica dos ensaios	Maio/2005	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de Cálculo de Simulações Numéricas
Marco 6 – Relatório de Análise de Segurança do Casco	Dezembro/2005	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de Análise de Segurança - RAS.

7. Riscos:

 Anexo

Descrição/identificação do risco	Probabilidade <i>alta/média/baixa</i>	Impacto <i>alto/médio/baixo</i>	Plano de ação
1. Dificuldade de executar o projeto segundo o PGQ estabelecido	Baixa	Alto	Identificar fornecedores qualificados
2. Orçamento subestimado	Média	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Cotações de mercado para fabricação e testes • Estabelecer alternativas para complementação do orçamento
3. Dificuldade de fornecer treinamento à equipe	Média	Alto	Identificar cursos e/ou empresas especialistas para agendar visitas técnicas
4. Dificuldade em realizar ensaios em protótipos segundo PGQ estabelecido	Baixa	Alto	Planejar rotinas experimentais concomitantemente à elaboração do projeto
5. Não aprovação do projeto pelas autoridades competentes	Alta	Alto	Estabelecer plano de comunicações que assegure a participação dos órgãos responsáveis

Quadro 5.1 – Definição do Projeto para o Estudo de Caso

(Continua)

8. Análise das Partes Interessadas: e Plano de Comunicações Anexo

Categoria:	Descrição:	Contato Empresa / Departamento	Tipo de Informação / Periodicidade
Revisor #1	Revisor pelo Brasil	Natanael Bueno / CNEN/DIREJ	RAS/final do projeto
Revisor # 2	Revisor pela Argentina	A definir / ANR/Argentina	RAS/final do projeto
Projetos dependentes	Opções de Armazenamento, Projeto RLA/4/18	Antônio Teixeira / IPEN, Gerente da atividade	Atualização do Cronograma/mensal
Impactado pelo resultado	Opções de Armazenamento, Projeto RLA/4/18	Antônio Teixeira / IPEN, Gerente da atividade	Atualização do Cronograma/mensal
Responsável #1	Coordenação Geral	Rogério Pimenta Mourão / CDTN, SN1	Não aplicável
Responsável #2	Projeto mecânico e estrutural	Luiz L. da Silva / CDTN, EC3	Controle de Tarefas/mensal
Responsável #3	Projeto térmico	Arivaldo do Sacramento / CDTN, TR1	Controle de Tarefas/mensal
Responsável #4	Projeto de blindagem e criticalidade	Hugo Moura Dalle / CDTN, EC3	Controle de Tarefas/mensal
Responsável #5	Simulação numérica	Miguel Mattar Neto / IPEN, CER	Controle de Tarefas/mensal
Responsável #6	Implementação PGQ	Alexandros Maraslis / CDTN, EC3	Controle de Tarefas/mensal
Fornecedor	Consultas em andamento		Documentação + PGQ
Patrocinador		Javier Guarnido / AIEA	Workshop/trimestral
Proprietário	Não definido		
Usuário	Potencialmente Brasil e Argentina		

9. Organização do Projeto: Anexo

Função	Nome	Detalhes de contato	
Patrocinador do projeto	AIEA	Tel:	E-mail:
Gestor financeiro	Adalberto José Soares, coordenador nacional – IPEN	Tel:	E-mail:
Usuário final #1	IPEN, Brasil	Tel:	E-mail:
Usuário final #2	CDTN, Brasil	Tel:	E-mail:
Usuário final#3	CNEA, Argentina	Tel:	E-mail:
Usuário final#4	CCHEN, Chile	Tel:	E-mail:
Usuário final #5	ININ, México	Tel:	E-mail:
Usuário final #6	IPEN, Peru	Tel:	E-mail:
Gerente do projeto GP	Rogério Pimenta Mourão	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 1	Luiz Leite da Silva	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 2	Vagner Antônio da Silva	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 3	Arivaldo do Sacramento	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 4	Hugo Moura Dalle	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 5	Alexandros A. Maraslis	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 6	Cláudio Cunha	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME# 7	Miguel Mattar Neto	Tel:	E-mail:
Membro da equipe ME # 8	Carlos Alexandre Miranda	Tel:	E-mail:

Quadro 5.1 – Definição do Projeto para o Estudo de Caso

(Conclusão)

10. Atribuições e responsabilidades: <input type="checkbox"/> Anexo				
Indivíduo/organização	Define	Aprova/libera	Executa	Informado
Patrocinador		X		
Usuário	X			
Gerente do projeto		X	X	

11. Plano da Qualidade: <input type="checkbox"/> Anexo

Gerente Responsável: Alexandros A Maraslis

Documentação:

A elaboração da documentação neste projeto segue os preceitos básicos da garantia da qualidade. Os documentos são elaborados, verificados e aprovados por profissionais capacitados na área de conhecimento, sendo que os responsáveis pela verificação e aprovação não são os autores. A documentação tem controle de revisão e distribuição, de forma que somente as cópias atualizadas e válidas sejam utilizadas, seja para efeito de cálculo ou para fabricação. O controle de emissão da documentação é feito pela seguinte estrutura de numeração:

Projeto + Tipo de documento + Seqüencial + Revisão.

Projeto: RLA/4/018

Tipos de documento:

ET – Especificação Técnica

DC – Desenho de Conjunto

DD – Desenho de Detalhe

MC – Memorial de Cálculo

RG – Relatório Geral

RE – Rotina Experimental

A distribuição é controlada por meio de documentos de remessa que são assinados pelos receptores e retornados ao gerente do projeto.

Aquisição: *assegurar-se de que todos os itens a serem adquiridos tenham norma de projeto indicada e procedimentos seqüenciais de inspeções e testes, bem do tipo de registros a serem gerados.*

Descrição do Item	Procedimento de Referência	Tipo de Registro
Projeto	ORLM/M-5003 – The Radioactive Materials Packing Handbook	Desenhos e Especificação Técnica
Fabricação do Protótipo	Veja doc. No. RLA/4/018 - ET - 001/00 TECHNICAL SPECIFICATION OF DUAL PURPOSE CASK	-
Ensaios	Norma CNEN-NE 5.01, <i>Transporte de Materiais Radioativos</i>	Resultados dos ensaios
Cálculos	ORLM/M-5003 – The Radioactive Materials Packing Handbook	Memoriais de Cálculo

12. Informações adicionais: <input type="checkbox"/> Anexo

Aplicação da Fase 2 do Módulo 2: Planejamento

A Fase 2 do Módulo 2, diz respeito ao detalhamento dos parâmetros críticos do projeto – Escopo, Custo, Cronograma e Qualidade (ECCQ). Esta fase inicia-se com criação da Estrutura Analítica de Projeto (WBS), na qual são definidos os produtos que compõem o escopo do projeto e permitindo a definição das tarefas que irão gerá-los. A estas tarefas são alocados os recursos para definição do cronograma e é procedido um refinamento dos custos projeto a fim de mitigar as margens de incerteza no orçamento, conforme Figura 5.8.

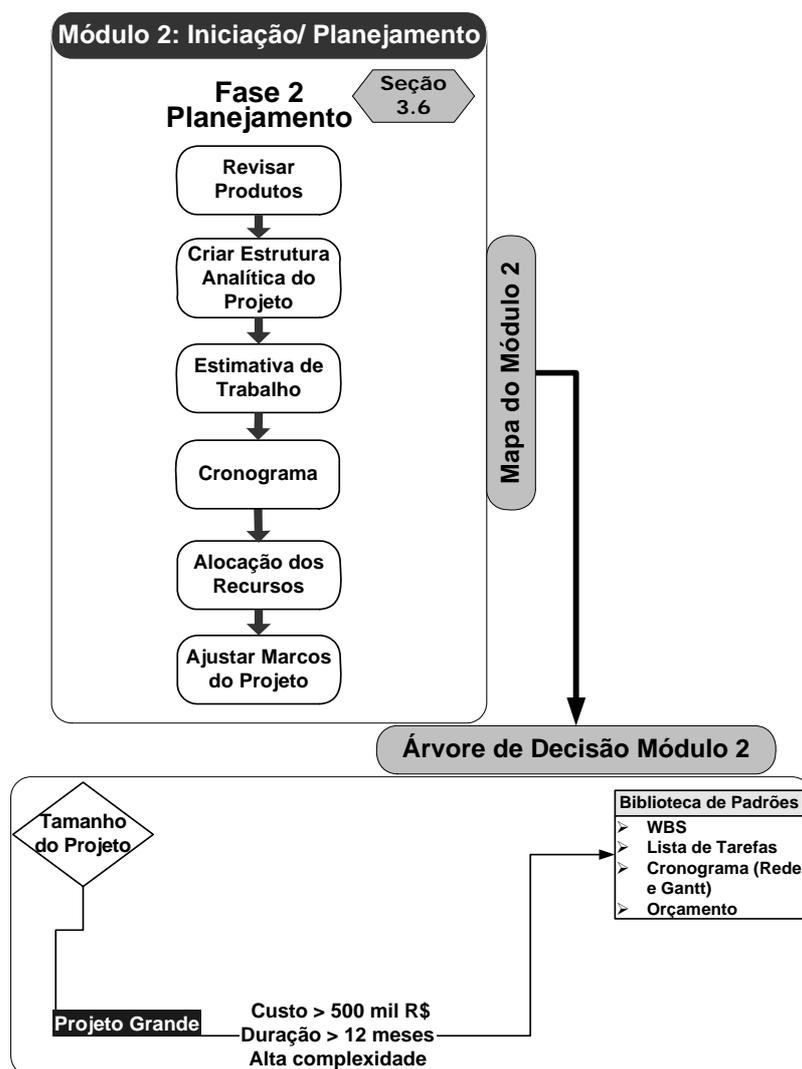


Figura 5.8 – Aplicação da Fase 2 do Módulo 2: Planejamento do Projeto

Estrutura Analítica do Projeto – WBS

A estrutura analítica do projeto, apresentada na 5.9, reflete a revisão dos produtos do planejamento original e serve como base para compor o item 3 do documento **Definição**

do Projeto, na revisão 1. Não obstante as dificuldades técnicas e tecnológicas envolvidas, este projeto compreende um número relativamente pequeno de produtos, o que permite a sua descrição com apenas 2 níveis de detalhamento do WBS.

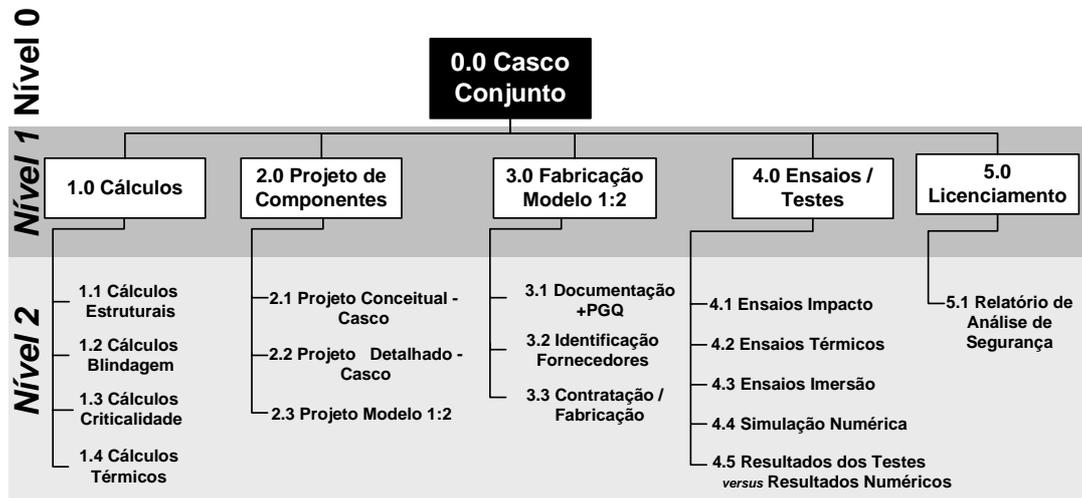


Figura 5.9 – WBS por Objetivos para o Projeto do Casco de Duplo Propósito

Lista de Tarefas para o Estudo de Caso

A estimativa do trabalho envolvido no projeto é obtida por meio do documento **Lista de Tarefas**, cujo modelo está apresentado no Quadro 4.6. Este documento parte dos pacotes identificados na **Estrutura Analítica do Projeto**, conforme representados na Figura 5.9. Para cada um desses pacotes ou tarefas são identificados os executores e negociados os prazos para a sua execução.

Este documento representa o planejamento original do projeto e deve ficar registrado e mantido. Ao longo da execução do projeto este documento servirá de base para a medida do desempenho da execução do projeto quanto aos prazos.

O documento **Lista de Tarefas** para o Projeto do Casco de Duplo Propósito está representado no Quadro 5.2. A identificação dos executores alocados às tarefas segue a codificação estabelecida no item 9 – Organização do Projeto, do Quadro 5.1.

Quadro 5.2 – Lista de Tarefas para o Estudo de Caso

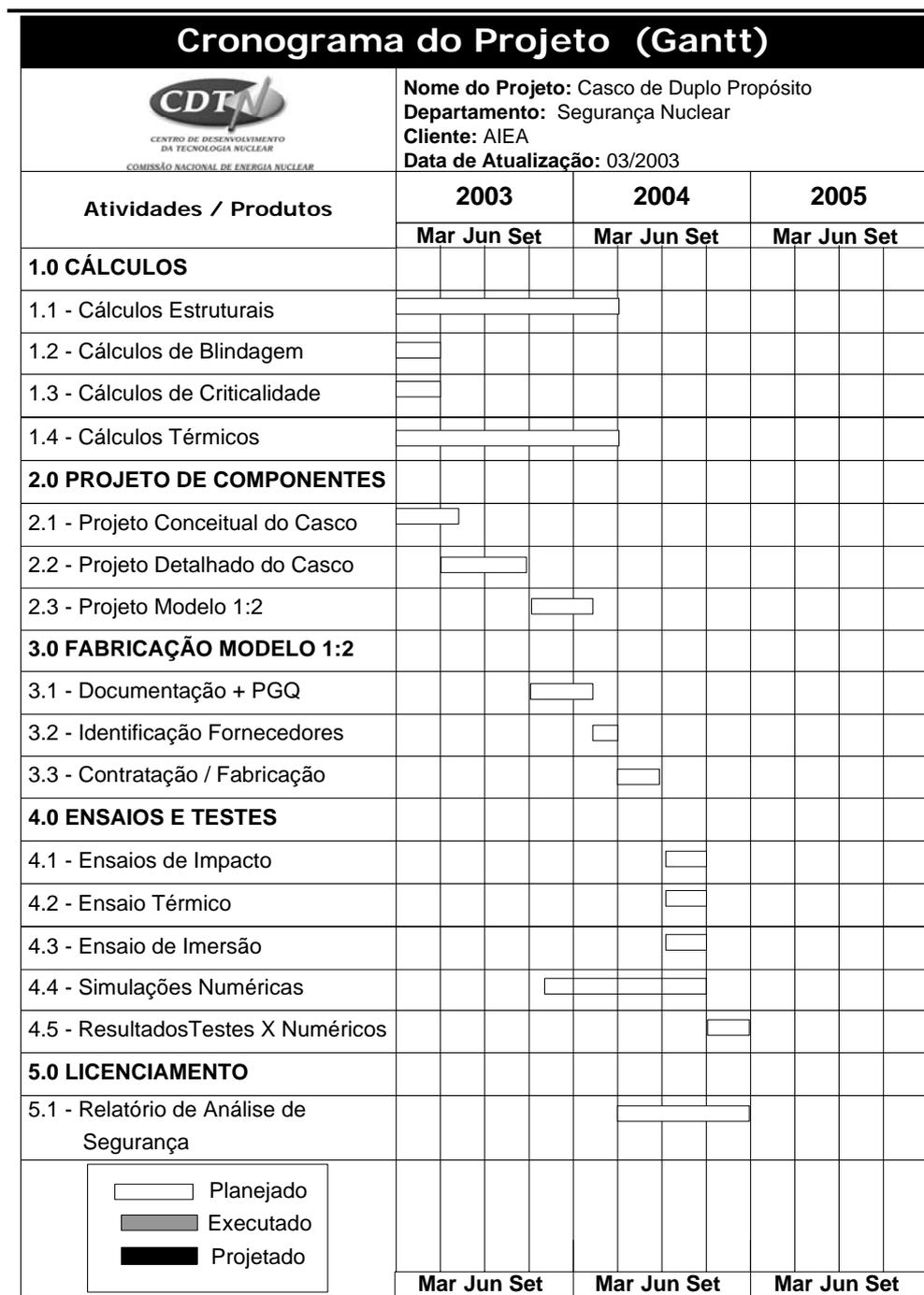
LISTA DE TAREFAS							
			Nome do Projeto: Casco de Duplo Propósito Departamento: Segurança Nuclear Cliente: IAEA Data: 03/2003				
WBS ou No.	Tarefa / Produtos	Depen-de	Produto	Executor	Duração Dias	Cronograma	
						Data Inicial	Data Final
1.0	CÁLCULOS						
1.1	Cálculos Estruturais		Memo. Cálculo	ME#1		06/01/03	31/03/04
1.2	Cálculos de Blindagem		Memo. Cálculo	ME#4		06/01/03	31/03/03
1.3	Cálculos de Criticalidade		Memo. Cálculo	ME#4		06/01/03	31/03/03
1.4	Cálculos Térmicos		Memo. Cálculo	ME#3		06/01/03	31/03/04
2.0	PROJETO DE COMPONENTES						
2.1	Projeto Conceitual do Casco		Desenhos	ME#1		06/01/03	30/04/03
2.2	Projeto Detalhado do Casco		Desenhos	ME#1		01/04/03	30/09/03
2.3	Projeto Modelo 1:2	2.2	Desenhos	ME#1		01/10/03	27/02/04
3.0	FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO						
3.1	Documentação + PGQ		Desenhos +ET+ PGQ	ME#5		01/10/03	27/02/04
3.2	Identificação de Fornecedores	2.3		GP		01/03/04	31/03/04
3.3	Contratação / Fabricação	3.1, 3.2	Contrato+Produto + Data Book	GP		01/04/04	30/06/04
4.0	ENSAIOS / TESTES						
4.1	Ensaio de Impacto	3.3	Relat. Result.	GP		01/07/04	30/09/04
4.2	Ensaio Térmico	3.3	Relat. Result.	GP		01/07/04	30/09/04
4.3	Ensaio de Imersão	3.3	Relat. Result.	GP		01/07/04	30/09/04
4.4	Simulações Numéricas	2.0	Relat. Result.	ME#7		03/11/03	30/09/04
4.5	Resultados dos Testes versus Numéricos	4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Relat. Result.	GP,ME#7		01/10/04	30/12/04
5.0	LICENCIAMENTO						
5.1	Relatório de Análise de Segurança		RAS	GP		01/04/04	30/12/04

Cronograma para o Estudo de Caso

A **Lista de Tarefas** é um documento fundamental para o registro dos produtos a serem gerados em cada tarefa e os seus prazos de prontificação, constituindo-se na ferramenta utilizada pelo responsável pelo projeto nas suas negociações com os executores. Entretanto, não é um documento de visualização imediata e que torne fácil a disseminação

dessas informações entre as partes interessadas. Portanto, é importante a apresentação dessas informações na forma gráfica, utilizando-se o documento **Cronograma do Projeto**, cujo modelo está apresentado no Quadro 4.7. O **Cronograma do Projeto** para o Projeto do Casco de Duplo Propósito está representado no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 – Cronograma do Projeto para o Estudo de Caso



Orçamento para o Estudo de Caso

A estimativa dos custos envolvidos no projeto é obtida por meio do documento **Orçamento do Projeto**, cujo modelo está apresentado no Quadro 4.8. Este documento parte dos pacotes identificados na **Estrutura Analítica do Projeto**, conforme representados na Figura 5.9. Para cada um desses pacotes são estimados os custos e a data mais provável para o seu desembolso, de modo a dispor de um fluxo de caixa preliminar.

Este documento representa o planejamento original do projeto e deve ficar registrado e mantido. Ao longo da execução do projeto este documento servirá de base para a medida do desempenho da execução do projeto quanto aos custos.

O documento **Orçamento do Projeto** para o Projeto do Casco de Duplo Propósito está representado no Quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Orçamento do Projeto para o Estudo de Caso

ORÇAMENTO DO PROJETO								
			Nome do Projeto: Casco de Duplo Propósito: Departamento: Segurança Nuclear Cliente: AIEA Data: 03/2003					
WBS	Descrição Marco / Tarefa / Produto	Categoria de Despesa - R\$ 1.000					Desembolso Previsto	
		Material de Consumo	Equipamentos	Serviços	Viagens	Outros Custos	Total	Data Prevista
	Projeto modelo em escala	1			20		21	Set/03
	Fabricação			90		0	90	Set/03, Ago/04
	Ensaio e Testes	1	30				31	Set/04
	Simulação numérica dos ensaios				2		2	Ago/04
	Re-projeção modelo em escala	1			1		2	Set/04
	Relatório de Análise de Segurança do Casco	3			1		4	Dez/05
TOTAL		6	30	90	24	0	150	

Aplicação do Módulo 3: Execução/Controle

Conforme apresentado na Figura 5.10, a primeira atividade que aparece na aplicação do Módulo 3 é o detalhamento dos requisitos do projeto, que compreendem requisitos técnicos, de garantia da qualidade e contratuais. Esta é uma atividade contínua e

que se superpõe às outras ao longo da Fase de Execução/Controle do projeto e cujo resultado atualizado está registrado no item 11 da **Definição do Projeto**.

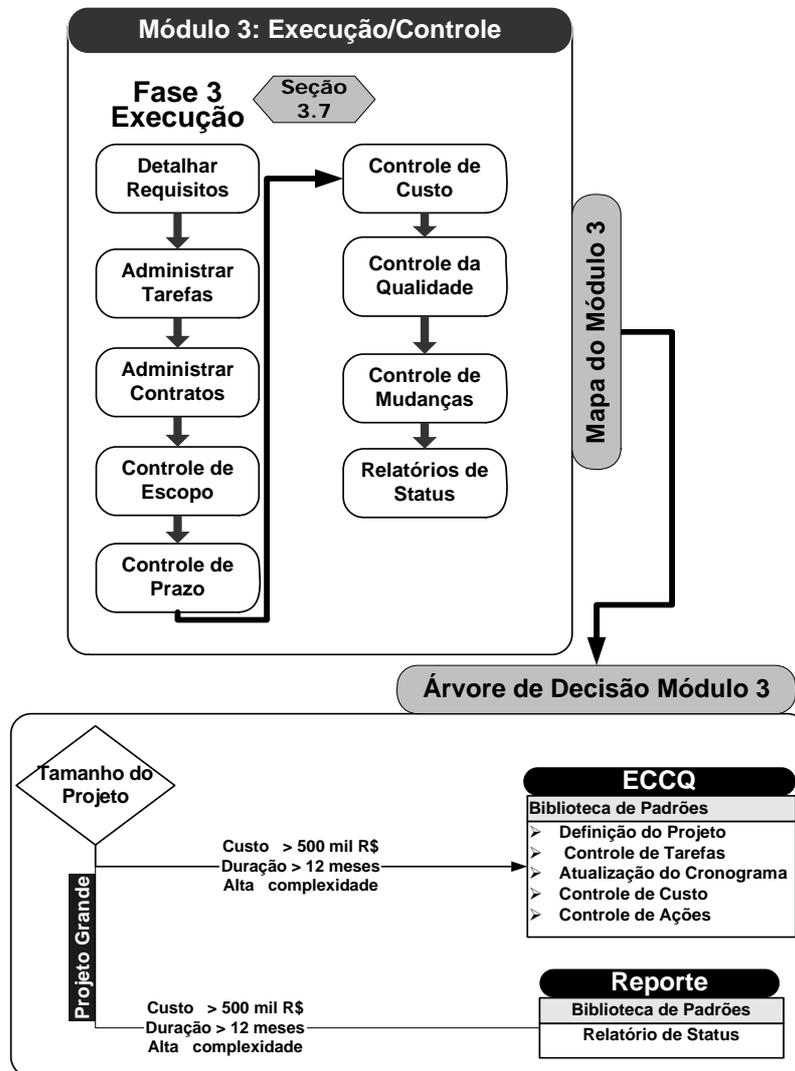


Figura 5.10 – Aplicação do Módulo 3: Execução/Controle

Em um projeto de desenvolvimento, é usual que à medida que o trabalho evolua surjam alterações nos prazos e mesmo inclusão de tarefas que não foram previstas no planejamento original. Portanto, é fundamental a atualização periódica das tarefas, por meio do documento **Controle de Tarefas**, cujo modelo padronizado está apresentado no Quadro 4.9 e para o presente estudo de caso está apresentado no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Controle de Tarefas para o Estudo de Caso

CONTROLE DE TAREFAS									
 CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR <small>COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR</small>		Nome do Projeto: Casco de Duplo Propósito Departamento: Segurança Nuclear Cliente: AIEA Data de Atualização: 02/07/2004							
WBS	Tarefa / Produto	Respon-sável	Depen-dência	Cronograma Previsto		Cronograma Executado		Cronograma Alvo	
				Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
1.0	CÁLCULOS								
1.1	Cálculos Estruturais	ME#1		06/01/03	31/03/04	06/01/03	30/06/04	01/07/04	30/11/04
1.2	Cálculos de Blindagem	ME#4		06/01/03	31/03/03	06/01/03	31/03/03	01/07/04	30/09/04
1.3	Cálculos de Criticalidade	ME#4		06/01/03	31/03/03	06/01/03	31/03/03	01/07/04	30/09/04
1.4	Cálculos Térmicos	ME#3		06/01/03	31/03/04	06/01/03	30/06/04	01/07/04	30/11/04
2.0	PROJETO DE COMPONENTES								
2.1	Projeto Conceitual do Casco	ME#1		06/01/03	30/04/03	06/01/03	30/06/03	-	-
2.2	Projeto Detalhado do Casco	ME#1		01/04/03	30/09/03	01/05/03	30/12/03	01/07/05	30/09/05
2.3	Projeto Modelo 1:2	ME#1	2.2	01/10/03	27/02/04	01/10/03	30/06/04	01/07/04	30/09/04
3.0	FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO								
3.1	Documentação + PGQ	ME#5		01/10/03	27/02/04	01/11/03	30/06/06	01/07/04	30/09/04
3.2	Identificação de Fornecedores	GP	2.3	01/03/04	31/03/04	01/03/04	30/06/04	01/07/04	30/09/04
3.3	Contratação / Fabricação	GP	3.1 3.2	01/04/04	30/06/04			01/10/04	30/01/05
4.0	ENSAIOS / TESTES								
4.1	Ensaio de Impacto	GP	3.3	01/07/04	30/09/04			01/03/05	30/05/05
4.2	Ensaio Térmico	GP	3.3	01/07/04	30/09/04			01/03/05	30/05/05
4.3	Ensaio de Imersão	GP	3.3	01/07/04	30/09/04			01/03/05	30/05/05
4.4	Simulações Numéricas	ME#7	2.0	03/11/03	30/09/04	01/10/03	30/06/04	01/07/04	30/05/05
4.5	Resultados dos Testes <i>versus</i> Numéricos	GP,ME# 7	4.1,4.2, 4.3,4.4	01/10/04	30/12/04			01/06/05	30/08/05
5.0	LICENCIAMENTO								
5.2	Relatório de Análise de Segurança	GP	4.0	01/04/04	30/12/04			01/04/05	15/12/05

A atualização das tarefas é feita considerando-se:

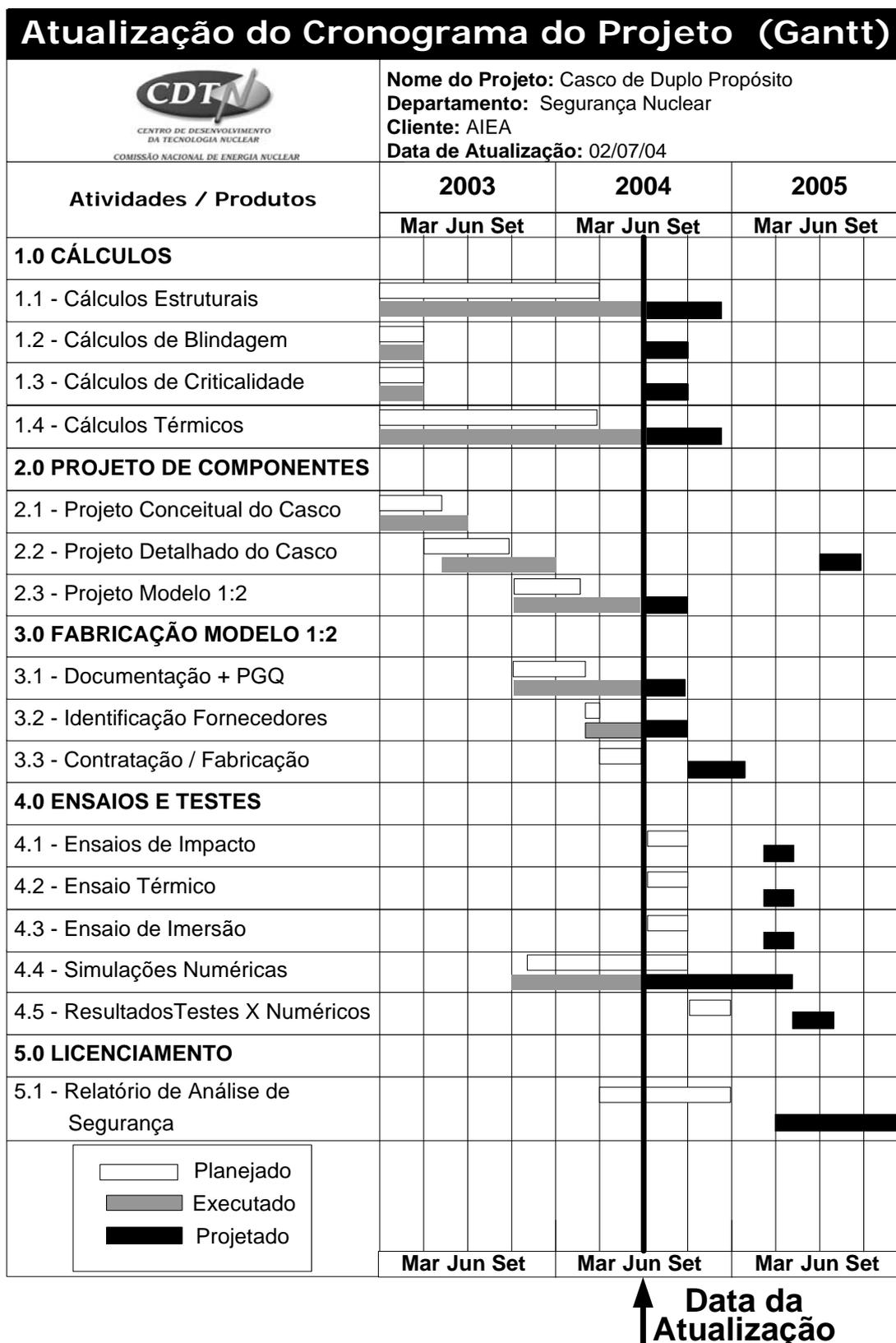
- **Cronograma Previsto**, que reflete o planejamento inicial, no qual é feita a alocação de recursos e definição das datas de prontificação dos produtos, conforme o documento **Lista de Tarefas**;
- **Cronograma Executado**, que resulta do acompanhamento periódico que o responsável do projeto deve executar, a fim de avaliar o progresso do projeto. Este cronograma reflete o esforço efetivamente utilizado nas tarefas e permite uma avaliação da consistência da alocação de recursos feita no planejamento inicial.
- **Cronograma Alvo**, que reflete o que ainda falta para ser executado, tendo em vista uma base de informações mais realistas, fruto do histórico de evolução do projeto.

A data de atualização das tarefas para o presente estudo de caso, 02/07/2004, está indicada no cabeçalho do Quadro 5.5. O responsável pelo projeto, juntamente com a equipe técnica, avaliou o que foi executado até esta data e projetou o que faltava para ser completado, bem como o impacto das alterações nas tarefas não iniciadas.

Como pode ser observado no Quadro 5.5, para as tarefas em execução e as já executadas existe uma diferença considerável entre os prazos de execução originalmente previstos e os efetivamente realizados. Concorreram para isto a pouca experiência da equipe projetista nas provisões originais e as evoluções ocorridas no projeto, que surgiram da intervenção das partes interessadas e da participação de especialista do Oak Ridge National Laboratory, que foi convidado a fazer uma avaliação crítica do projeto. Cabe salientar que esta flutuação nos prazos de execução é usual para projetos de desenvolvimento, sendo que para o projeto do estudo de caso, tanto o especialista convidado, quanto o representante do patrocinador (AIEA), mostraram-se bastante satisfeitos com os resultados e o andamento geral do projeto.

Uma vez completado o Quadro 5.5, o próximo passo é preparar uma representação gráfica destas informações. Esta representação permite uma melhor visualização e disseminação das informações do *status* atual do projeto. A representação gráfica das informações do Quadro 5.5 está apresentada no Quadro 5.6.

Quadro 5.6 – Atualização do Cronograma para o Estudo de Caso



No Quadro 5.6, pode ser visualizada uma linha vertical em destaque que representa a data de atualização, no caso 02/07/2004, para qual os dados do projeto estão computados e atualizados. As barras horizontais de cor brancas são as durações previstas, que correspondem àquelas do planejamento original, constantes na coluna do **Cronograma Previsto**. As barras de cor cinza representam os dados atualizados até a data da presente verificação e refletem as informações da coluna **Cronograma Executado**. As barras de cor preta refletem os ajustes necessários em função dos dados reais de evolução do projeto e definem o que falta para completá-lo. Estas informações constam da coluna **Cronograma Alvo**.

O próximo passo de aplicação do modelo proposto refere-se ao controle do custo. Para a atualização dos custos de projeto, o documento indicado é o **Controle do Custo**, conforme modelo apresentado no Quadro 4.11. Neste documento, as informações do custo executado e do custo que falta para terminar o projeto devem ser introduzidas e comparadas com as previsões originais, para verificar a consistência do planejamento inicial.

No Quadro 5.7, estão apresentados os valores do estudo de caso consolidados para o Nível 1 do WBS. Como pode ser verificado neste quadro, o custo do projeto atualizado é de R\$ 195.000,00, 30% maior que o custo inicialmente planejado de R\$ 150.000,00. Este aumento de custo deve-se basicamente às exigências de Garantia da Qualidade para classe de componente desenvolvido no projeto do estudo de caso. A estimativa original para a fabricação do Modelo 1:2 baseou-se em valores padrões da indústria de caldeiraria.

Os Quadros 5.1, 5.5, 5.6 e 5.7 oferecem um panorama completo do projeto permitindo ao responsável e à equipe técnica rastream e controlarem o seu progresso e tomarem as medidas necessárias para assegurar o seu sucesso.

O documento Relatório de *Status* não é aplicável ao presente estudo de caso, tendo em vista que os *workshops* foram definidos como a sistemática para a avaliação de *status* e o controle de mudanças para o projeto do Casco de Duplo Propósito.

Quadro 5.7 – Controle do Custo para o Estudo de Caso

CONTROLE DO CUSTO

Nome do Projeto: Casco de Duplo Propósito

Departamento: Segurança Nuclear

Cliente: AIEA

Data de Atualização: 02/07/2004

Descrição		Custo Planejado: R\$ x 1000			Controle do Custo	
WBS	Marco/Atividade/Produto	Capital	Custeio	Custo Total	Custo Executado	Custo p/ Terminar
1.0	Cálculos	-	-	-		
2.0	Projeto de Componentes	-	21	21	21	-
3.0	Fabricação do Modelo 1:2	-	90	90	-	120
4.0	Ensaio e Testes	30	5	35	-	50
5.0	Licenciamento	-	4	4	-	4
TOTAL		30	120	150	21	174

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões do Estudo

O objetivo do modelo proposto neste estudo é fornecer uma metodologia simplificada e genérica, de modo a assegurar que os projetos nas ICT sejam conduzidos de forma disciplinada e com um gerenciamento consistente. As características consideradas para o desenvolvimento do modelo são:

- Incorporar técnicas de gestão da inovação para aplicação na fase inicial da criação dos projetos, de modo a propor uma abordagem com potencial para sistematizar o processo da inovação nas ICT que utilizam a gerência de projetos nos seus processos de planejamento e gestão;
- Ter flexibilidade de modo a poder ser adaptado à variedade de projetos conduzidos nas ICT;
- Prover as ferramentas necessárias ao gerenciamento dos projetos na forma de documentos padronizados;
- Orientar o usuário na escolha das técnicas de inovação e dos documentos padronizados, de modo a facilitar o trabalho e reduzir o tempo a ser dedicado pelos gerentes de projeto das ICT.

A utilidade do modelo proposto foi testada em um estudo de caso, aplicado a um projeto desenvolvido no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/CNEN, cuja descrição encontra-se no Capítulo 5.

O Quadro 6.1 sumaria os principais resultados da aplicação do modelo proposto ao estudo de caso.

Quadro 6.1 - Resultados da Aplicação do Modelo Proposto ao Estudo de Caso

Área do Projeto	Resultado Obtido	Problemas Evitados
<i>Escopo</i>	Definição de uma solução técnica única e abrangente para o projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de dois projetos diferentes: um para um casco transporte e outro para um casco armazenamento; • Divisão de interesses das partes interessadas, que implicaria em dificuldade de priorização nas atividades da equipe de projeto e na aplicação de recursos; • Diferentes visões do projeto junto ao órgão financiador, com potencial de conflitos e riscos para o seu andamento.
<i>Qualidade, Custo e Prazo</i>	Correta identificação dos requisitos técnicos, de fornecimento e de capacidade técnica da equipe.	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos da qualidade inconsistentes com a responsabilidade do projeto, que acarretaria na sua rejeição pelos órgãos licenciadores e na perda dos esforços e dos recursos empregados; • Identificação e seleção de fornecedores não compatíveis com os requisitos de qualidade; • Falta de orçamentos confiáveis para o balizamento dos custos do projeto; • Falta de treinamento da equipe de projeto; • Dificuldade para a realização dos ensaios de qualificação.
<i>Atribuições e Responsabilidades</i>	Clara definição das atribuições e responsabilidades das partes interessadas.	Dificuldade na definição das atribuições e responsabilidades das partes interessadas, que implicaria em superposição ou lacuna de ações com alto potencial de geração de conflitos e de transtornos para andamento do projeto.
<i>Controle e Comunicações</i>	Acompanhamento do status real do projeto e visão antecipada de problemas relativos ao escopo, custo e prazo; Medidas corretivas e acordo com as partes interessadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade em identificar e rastrear as causas de alterações no escopo, custo e prazo, que implicaria na dificuldade de como justificá-las junto às partes interessadas; • Falta de padronização na apresentação das informações com potencial de superposição e/ou lacunas, que geraria inconsistência e desconfiança quanto à qualidade das informações apresentadas; • Questionamento quanto à competência da equipe de projeto pelas partes interessadas, que geraria conflitos e possível retirada de apoio junto ao patrocinador do projeto.

Considerações da Aplicação do Modelo Proposto ao Estudo de Caso

Na avaliação geral da aplicação do modelo proposto ao projeto do estudo de caso, a equipe executora considerou como adequados os procedimentos e as ferramentas desenvolvidos. Considerou também, que a aplicação do modelo proposto agregou valor e contribuiu de forma definitiva para boa condução projeto.

A seguir, encontra-se uma breve avaliação da aplicação dos módulos individuais de interface com o usuário ao estudo de caso.

Aplicação do Módulo 1 – Geração / Inovação

A etapa de coleta e prospecção de informações do Módulo 1 foi facilitada, em virtude de ter sido realizada numa base de dados abrangente e especializada, a qual dispõe de banco de dados e ferramentas de busca com acesso via Internet.

Com relação à análise funcional, foi realizado um exercício bastante proveitoso e decisivo para o bom andamento do projeto, que permitiu definir com clareza a adoção de um casco de duplo propósito como opção recomendada, pois até então se discutia a possibilidade da existência de dois cascos diferentes: um para transporte e outro para estocagem de combustíveis queimados. Esta opção unificou os interesses das partes interessadas em uma única opção. O *brainstorming* das funções e a diagramação FAST deixaram claro que a adoção de uma única solução que atendesse ambas as demandas era justificada tanto em relação ao esforço de projeto, quanto para o processo de licenciamento junto ao órgão regulador de cada país. A aplicação desta técnica, além da definição de uma solução mais coerente, evitou a divisão de interesses das partes interessadas, o que certamente levaria a conflitos que poderiam comprometer o bom andamento do projeto.

Aplicação do Módulo 2 – Iniciação / Planejamento

Um aspecto que é evidente, mas para o qual nem sempre é dada a devida importância, é que para gerenciar a execução de um projeto é essencial dispor de um conjunto de informações que representem a real situação do projeto. Este conjunto de informações compreende um mínimo de elementos-chave gerados nas Fases de Iniciação e Planejamento, os quais devem ser rastreados e controlados ao longo do ciclo de vida do projeto. Caso o planejamento seja deficiente, certamente o acompanhamento e o controle da execução também o serão. Estes elementos-chave incluem:

- Escopo do trabalho;
- Premissas e riscos;
- Estrutura Analítica do Projeto (WBS);
- Pacotes de tarefas;
- Cronograma;
- Orçamento;
- Plano da qualidade; e
- Análise das partes interessadas.

Com relação ao estudo de caso, os membros da equipe de projeto consideraram decisiva a aplicação do Módulo 2 do modelo proposto, pois ela permitiu:

- Completar, organizar e padronizar as informações do projeto, por meio da documentação padronizada disponibilizada;
- Identificar qualitativamente os riscos e prever um plano de ação para mitigar os impactos da sua ocorrência;
- Incluir os requisitos e as exigências da garantia da qualidade no projeto e na fabricação do Casco de Duplo Propósito, dimensionando o seu impacto nos custos e no prazo;
- Comunicar e integrar de forma mais eficaz as partes interessadas do projeto, pela definição clara das atribuições e responsabilidades e pela disseminação de informações de uma forma homogênea e em tempo hábil.

Aplicação do Módulo 3 – Execução/Controle

As informações necessárias para o acompanhamento e o controle da execução de um projeto são fornecidas por meio dos seguintes documentos:

- **Atualização do Cronograma:** utilizado para comparar os prazos planejados em relação aos prazos efetivamente executados das tarefas do projeto. Visa também reavaliar os prazos necessários para completar o projeto, com base no desempenho de execução das tarefas em andamento ou concluídas. Utiliza

como dados de entrada as informações geradas no documento **Controle de Tarefas**;

- **Controle do Custo:** utilizado para comparar os custos planejados em relação aos executados e reavaliar os custos necessários para completar o projeto;
- **Relatório de Status:** utilizado para registrar e comunicar o progresso geral do projeto e as eventuais mudanças ocorridas no escopo, no custo, no prazo e na qualidade.

A aplicação do Módulo 3 do modelo proposto foi considerada decisiva pelos membros da equipe executora, pois permitiu uma atitude pró-ativa em relação ao acompanhamento e ao controle do projeto.

As ferramentas oferecidas pelo modelo proposto para a fase de execução/controle foram consideradas adequadas e permitiram ao gerente e à equipe rastrear e controlar os parâmetros críticos do projeto (ECCQ), bem como identificar e comunicar problemas potenciais e suas conseqüências com devida antecedência. Isto permitiu que as alterações decorrentes da incorporação dos requisitos da qualidade e as medidas corretivas para mitigar o seu impacto nos parâmetros do projeto fossem comunicadas e acordadas em tempo hábil com as demais partes interessadas. Este procedimento reduziu o potencial de conflitos e de desgaste, garantido um apoio geral das partes interessadas à equipe de execução do projeto.

Como mencionado anteriormente, o documento **Relatório de Status** não foi aplicado ao estudo de caso, pois a sistemática de avaliação definida para o projeto foi a da realização de *workshops* presenciais.

Aplicação do Módulo 4 – Encerramento

O Módulo 4, referente ao encerramento do projeto, não foi aplicado ao presente estudo de caso, pois o projeto tem como horizonte de encerramento previsto o final do ano de 2005. Entretanto, considera-se que não há prejuízo para o entendimento e comprovação do modelo, tendo em vista que Módulo 4 trata da formalização do encerramento do projeto e da discussão dos acertos e erros ocorridos no planejamento e na execução, de modo a dispor de um acervo de conhecimento que permita a melhoria contínua no processo de gerenciamento de projetos.

6.2. Recomendações para Trabalhos Futuros

Recomenda-se para trabalhos futuros, desenvolver um programa computacional para executar automaticamente as árvores de decisão de cada módulo e permitir ao usuário acessar, conforme o caso, a implementação dos procedimentos ou os documentos padronizados desenvolvidos para o modelo proposto. Estes documentos padronizados, apresentados na biblioteca da Seção 4.7, deverão ser convertidos em arquivos dos aplicativos normalmente utilizados nas ICT, tal como o Microsoft Office, por exemplo. Este painel de interface otimizará a execução do modelo e poupará tempo para o usuário, que poderá se dedicar exclusivamente ao estabelecimento das informações do projeto.

Outra recomendação, aplicável a projetos de grande porte, refere-se ao desenvolvimento dos bancos de dados ou planilhas eletrônicas, conforme descritos na Seção 4.5 e denominados de **Catálogo de Documentos**, **Catálogo de Obras**, **Catálogo de Equipamentos** e **Catálogo de Serviços**. Estes bancos de dados são recomendados para projetos que envolvam um grande número de itens e são úteis mesmo no caso da utilização de *softwares* especializados de gerência de projetos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAOZ, A. Industrial Technology Research Institutes in Latin America: Their Role in the 1990's. In: Seminário Internacional: o papel dos institutos de pesquisa em tecnologia industrial, São Paulo, 1995. Anais... São Paulo, Associação Brasileira dos Institutos de Pesquisa Tecnológica Industrial, 1995. p. 13-34.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ANALISTAS DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA – ABRAIC, 2003. Disponível em: <http://www.abraic.org.br/faqs.asp#ic>. Acesso em: 20 jul. 2003.

ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT. *Project Management Body of Knowledge (APM BOK)*. Fourth Edition. Peterborough, UK: APM, 2000. p.65. Disponível em: <http://www.apm.org.uk/pub/>. Acesso em: 17 mai. 2002.

ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT. *Syllabus for APMP Examination: Appendix 1 - Glossary of Project Management Terms*. 2nd Edition. Peterborough, UK: APM, 2000. p. 48. Disponível em: <http://www.apm.org.uk/pub/>. Acesso em: 17 mai. 2002.

BAKOUROS, Y. *Technology Evaluation*. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques. Greece: URENIO Research Unit, 2000.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Curso de Marco Lógico, 2004. Disponível em: <http://www.iadb.org/int/ecourses/marcologico.htm>. Acesso em: 21 jan. 2004.

BODEN, M.A. Creativity and artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, n. 103, p. 347-356, 1998.

BRASIL. Lei n. 7282, de 2002, sancionada em dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, e dá outras providências.

BREDILLET, C. Killing the False Gods of Project Management. PMFORUM Web Site, 2001. Disponível em: <http://www.pmforum.org/library/papers/cbwhitepaper.htm>. Acesso em: 30 abr. 2002.

BRUZZONE, A.G. Gestione di Progetti d'Impianto. DIP University of Genoa, 1999. Disponível em: <http://st.itim.unige.it/pm>. Acesso em: 10 set. 2003.

CANDY, L. Computers and creativity support: knowledge, visualization and collaboration. *Knowledge-Based Systems*, n.10, p. 3-13, 1997.

CASTELLS, P.E. De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva en las empresas. *Conferencia inaugural de los Estudios de información y Documentación de la UOC del segunda semestre del curso 2001-2002*, Setiembre de 2001.

CHEN, Z. Toward a better understanding of idea processors. *Information and Software Technology*, n. 40, p. 541-553, 1998.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. INIS - International Nuclear Information System, 2003. Disponível em: <http://cin.cnem.gov.br/inis-brasil/> Acesso em: 10 mar. 2003.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Innovation scoreboard*. Brussels: EU, 2002. Disponível em: <http://www.cordis.lu/scoreboard>. Acesso em: 20 jun 2003.

CORDIS: COMMUNITY RESEARCH & DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE Promotion of Innovation Management Techniques – IMT, 2000. Disponível em: <http://www.cordis.lu/imt/home.html>. Acesso em: 20 mai. 2002.

COUNCIL ON GOVERNMENTAL RELATIONS. *A Review of University Industry Research Relationships*. WA, USA, 1996. Disponível em: <http://www.cogr.edu/univ.htm>. Acesso em: 31 out. 2001.

CRAWFORD, L. Competence for Prosperity through Partnership. In: WORLD PROJECT MANAGEMENT WEEK CONFERENCE, Cairns, October 2000:a. Proceedings... Brisbane: Eventcorp. Disponível em: <http://www.pmcompetence.net/files/papers/IPMA%202000%.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2002.

CRAWFORD, L. Project Management Competence for the New Millenium. In: WORLD CONGRESS ON PROJECT MANAGEMENT, 15, 2000:b, London,

England. Proceedings... IPMA. Disponível em:
<http://www.pmcompetence.net/files/papers/AIPM%202000%20competence.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2002.

CURLING, D.H. Globalization of the Project Management Profession. PMFORUM Web Site, 1998. Disponível em:
<http://www.pmforum.org/docs/prof2col.htm>. Acesso em: 30 abr. 2002.

CURLING, D.H. On Certification – A Personal Journey. PMFORUM, 1996. Disponível em: <http://www.pmforum.org/docs/journeyc.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2002.

DINSMORE, P. On the Leading Edge of Management: Managing Organization by Projects. *PM Network* (March):9-11, 1996.

DOOLEY, K. & SUBRA, A. Maturity and its Impact on New Product Project Performance. USA, 2000. Disponível em: www.eas.asu.edu/~kdooley/papers/maturity.pdf. Acesso em: 22 fev. 2002.

ERDYN CONSULTANTS. *Promoting innovation management techniques in Europe*. Luxembourg: European Commission, 1999. Disponível em: http://www.cordis.lu/innovation-policy/im_study2.htm. Acesso em: 30 abr. 2003.

EUROPEAN COMMISSION. *Manual Project Cycle Management Handbook*. EuropAid Cooperation Office. Brussels, March 2002. Version 2.0. p. 105.

EUROPEAN COMMISSION. *Manual Project Cycle Management*. EuropAid Cooperation Office. Brussels, March 2001. p. 45.

EUROPEAN COMMISSION. *Innovation Management Techniques in Operation*. Luxembourg: European Commission, 1998. Disponível em: <http://www.cordis.lu/imt/src/p-study.htm>. Acesso em: 20 jun. 2002

EUROPEAN UNION'S FOURTH RESEARCH FRAMEWORK PROGRAMME – (FP4). Disponível em: http://europa.eu.int/em/record/green/gp9512/inf_inn.htm. Acesso em: 20 jun. 2002.

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. Chamadas Públicas Vigentes, 2004. Disponível em: <http://www.finep.gov.br>. Acesso em: 30 ago. 2004.

FOCKEN, T. Review of the Development of Project Management Technology. ENMG 604 Desk Research Project, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, February 2002. Disponível em: <http://www.elec.canterbury.ac.nz/MEM/>. Acesso em: 13 jun. 2002.

FRAME, J.D. The new project management : tools for an age of rapid change, corporate reengineering, and other business realities. San Francisco: Jossey-Bass, 1994.

GOLDRATT, E.M. *Critical Chain*. MA, USA: Red River Press, 1997.

GORNI, A.A. Introdução à Prototipagem Rápida e seus Processos. *Revista Plástico Industrial*, pág. 230-239, março 2001.

HALL, D.J. The role of creativity within best practice manufacturing. *Technovation*, v. 16, n. 3, p. 115-121, 1996.

HALL, E.C. The Apollo Guidance Computer. USA, 2001. Disponível em: http://klabs.org/richcontent/MAPLDCcon00/Presentation/Session_B/B0_Hall_S.PDF. Acesso em: 11 jul. 2002.

HILL, J. Establishing a Project Management Office. PMI Annual Symposium. New Jersey, May 7, 2001. Disponível em: http://www.pminyc.org/files/Establishingl_A_PMO_Mar%202002.pdf. Acesso em: 28 mar. 2002.

HOFSTADTER, D.R.F. *Fluid Concepts and Creative Analogies: Computer Models of the Fundamental Mechanisms of Thought*. New York: Basic Books, 1995. 518 p.

INCOSE – International Council on Systems Engineering. INCOSE, 2002. Disponível em: http://66.34.135.97/tools/tooltax/reggen_tools.html. Acesso em: 10 jul. 2003.

INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION ICB: IPMA *Competence Baseline*. (Eds.) Bremen: Eigenverlang, 1999. p. 90. Disponível em: <http://www.ipma/ICB20DL.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2002.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO 10006:2003 - Quality management systems. Guidelines for quality management in projects.

ISAKSEN, S.; TREFFINGER, D. *Creative Problem Solving: the Basic Course*. Buffalo: Bearly Limited, 1985. p. 29.

KELLY, G.A. *The Psychology of Personal Constructs*. New York: Norton & Co. Inc.1955.

LANGLEY, P.; SIMON, H.A.; BRADSHAW, G.L. et al. *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Process*. Cambridge, MA: MIT Press, 1987. 344 p.

LEIA TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT CENTER. *Business Intelligence Technology Watch*. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques. Greece: URENIO Research Unit, 2000.

MARAMALDO, D. *Análise de Valores*. Rio de Janeiro: Intercultural, 1983. 208 p.

MCCORDUCK, P. *Aaron's Code*. San Francisco, CA: W.H. Freeman, 1991. 225 p.

MORRIS, P.W.G. Updating the project management bodies of knowledge. *Project Management Journal*, 32:21-30, September 2001. Disponível em: <http://www.indeco.co.uk/text1.htm>. Acesso em: 10 abr. 2002.

MYCOTED. Mycoted Web Site, 2003. Disponível em: <http://www.mycoted.com/creativity/techniques/delphi.php>. Acesso em: 10 abr. 2003.

NEW YORK STATE OFFICE FOR TECHNOLOGY. *Management's Guide to Project Success*. New York: New York State Office for Technology, 2002.

NIRENBERG, G. *The Idea Generator, Experience in Software*. Berkeley, CA: 1985.

ORGANIZAÇÃO DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. *Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación CTS+I*. Argentina. 2000. Disponível em: <http://www.oei.es/cts.html>. Acesso em: 06 jun. 2002.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. *A Summary of the Frascati Manual 1993*. Paris, France, 1994.

Disponível em: http://www1.oecd.org/dsti/sti/sta-ana/prod/e_94-84.pdf. Acesso em: 06 jun. 2001.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. *Policy Brief: Science, Technology and Innovation in the New Economy*. Paris, France, 2000. Disponível em: [www.oecd.org/publications/Policy brief/](http://www.oecd.org/publications/Policy%20brief/). Acesso em: 06 nov. 2001.

PINTO, J.K. & PRESCOTT, J.E. Planning and tactical factors in the project implementation process. *Journal of Management Studies*, Vol. 27, No:3, p. 305-37, 1990.

PINTO, J.K. & SLEVIN D.P. Critical Success Factors In Effective Project Implementation. In: CLELAND & KING. *Project Management Handbook*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. p. 479-501.

PMFORUM. Project management glossary. PMFORUM Web Site. Disponível em: <http://www.pmforum.org/> Acesso em: 06 jun. 2003.

PMIMG – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Minas Gerais, Brazil Charpter. Programa de Certificação em Gestão de Projetos. PMIMG Web Site. Disponível em: <http://www.pmimg.org.br/certif.html>. Acesso em: 12 mai. 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – CAPÍTULO MINAS GERAIS. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge - PMBOK 2000*. Tradução livre para o português. Minas Gerais: PMIMG, 2002. Disponível em: <http://www.pmimg.org/publ>. Acesso em: 29 mai. 2002. p. 151.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)*. 1996 Edition. PA, USA: PMI,. 1996. Disponível em: <http://www.pmi.org/publ> Acesso em: 30 mar. 2001. p. 184.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)*. 2000 Edition. PA, USA: PMI,.2000:a. Disponível em: <http://www.pmi.org/publ>. Acesso em: 12 mai. 2002.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Project Certification Overview*. PMI Web Site, 2002. Disponível em: <http://www.pmi.org/certification>. Acesso em: 10 mai. 2002.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Project Management A Proven Process*. PMI Web Site, 2000:b. Disponível em: <http://www.pmi.org/projectmanagement/success.htm>. Acesso em: 5 abr. 2002.

PROTEU VI – Programa de Treinamento para Capacitar Gestores da Cooperação Empresa-Universidade e Institutos de Pesquisa: Gestão de Projetos – Roque Rebechini Junior. Fundação Instituto de Administração. São Paulo, 22 a 26 abr. 2002.

RICH, N.; HOLWEG, M. *Value Analysis and Value Engineering*. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques. Greece: URENIO Research Unit, 2000.

ROLIM, S.P. Prós e Contras de Reciclar Plásticos. Disponível em: <http://www.plastico.com.br/revista/pm323/plastivida.htm> Acesso em: 10 ago. 2004.

RUSH H., et al. *Technology institutes: strategies for best practice*. London, International Business Press, 1996.

SAATY, T.L. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, Vol. 1, AHP Series. EWS Publications, Pittsburg, PA – 1990, edição estendida.

SÁENZ, T.W.; CAPOTE, E.M. *Ciência, Inovação e Gestão Tecnológica*. Brasília: CNI/IEL/SENAI, ABIPTI, 2002. p. 136.

SEFERTZI, E. *Creativity*. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques. Greece: URENIO Research Unit, 2000.

SENNE Jr., M. *Abordagem Sistemática para Avaliação de Riscos de Acidentes em Instalações de Processamento Químico e Nuclear*. Tese de Doutorado defendida no curso de Doutorado de Engenharia Química da UNICAMP, 214p., 2003.

SHENHAR, A.J.; RENIER, J.; WIDEMAN, R.M. Improving PM: Linking Success Criteria to Project Type. Project Management Institute, Symposium “Creating Canadian Advantage through Project Management”, Calgary, May 1996. Disponível em: <http://www.maxwideman.com/papers/improvingpm.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2002.

SHTUB, A.; BRAD, J.F.; GLOBERSON, S. *Project management: engineering, technology, and implementation*. New Jersey, Prentice – Hall, 1994.

SIMS, J. Value Management. Association for Project Management / Institute of Value Management, 2002. Disponível em: <http://www.ivm.org.uk>. Acesso em: 15 jun. 2003.

SÖNDERLUND, J. Conceptualizing Project Management: From Optimistic Optimization to Critical Questions. Stockholm, EURAM Conference, March 2002. Disponível em: http://www.sses.com/public/events/euram/complet_tracks/project_studies/sonderlund.pdf. Acesso em: 07 jul. 2002.

SOUZA NETO, J.A. Objetivos institucionais dos Institutos de Pesquisa em tecnologia industrial – IPTI. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 21, n. 2, p.85-89, 1986.

STIRES, D.M.; MURPHY, M.M. *Program Evaluation Review Technique and Critical Path Method*. Boston: Materials Management Institute, 1962.

TASMANIA GOVERNMENT. Tasmanian Government Project Management Guidelines. Department of Premier and Cabinet, 2001. Disponível em: <http://www.projectmanagement.tas.gov.au>. Acesso em: 12 dez. 2003.

TAYLOR, B.W. *Introduction to management science*. Sixth edition. New Jersey: Prentice – Hall, 1999.

THE UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN. Department of Advertising. Alex Osborn & Brainstorming, 1997. Disponível em: http://www.ciadvertising.org/studies/student/97_fall/practitioner/osborn/afosborn.htm. Acesso em: 19 dez. 2002.

TURNER, J R. Is Project Management a Profession? PMFORUM Web Site, 1998. Disponível em: <http://www.pmforum.org/docs/pmprof.htm>. Acesso em: 11 abr. 2002.

TURNER, J.R. *The Handbook of Project-Based Management*. London: McGraw-Hill – The Henley Management Series, 1999.

U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Project Management Manual*. USA: US DOE, 2000:a. p. 171.

U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Project Management Practices*. USA: US DOE, 2000:b. p. 534.

U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-STD-881 - Department of Defense Handbook Work Breakdown Structures (WBS) for Materiel Items. USA:US DoD, 1998. Chapter 2: General Information, p. 1-9. Disponível em: <http://www.acq.osd.mil/pm/newpolicy/wbs/wbs.html>. Acesso em: 30 out. 2001.

URENIO. *INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques*. Greece: URENIO, 2001. Disponível em: <http://www.innoregio.urenio.org/index.asp>. Acesso em: 19 dez. 2002.

VAN DER MERWE, A.P. Development and Projects. *International Journal of Management*, v. 5, n. 19-20, p. 4-19, 2000. Disponível em: <http://www.infinite.org.za/Dev&Proj.htm>. Acesso em: 14 jun. 2002.

VAN DER MERWE, A.P. Project Risk and Product Risk. In: SOVNET'99 INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT SYMPOSIUM: "PROJECT MANAGEMENT: EAST-WEST AT THE EDGE OF MILLENIUM", 1999, Moskow, Russia. Proceedings...SOVNET1, 1999, pp 287-290. Disponível em: <http://www.infinite.org.za/Project Risk.htm>. Acesso em: 13 jun. 2002.

VAN DER MERWE, A.P. The history of project management: A search for world best practices. In: WORLD CONGRESS ON PROJECT MANAGEMENT ,14, 1998, Slovenia, Ljubljana. Proceedings...IPMA: International Project Management Association, pp 260-270. Disponível em: <http://www.infinite.org.za/History.htm>. Acesso em: 13 jun. 2002.

VASCONCELOS, E. et al. *Gerenciamento da Tecnologia: um Instrumento para a Competitividade Empresarial*. SãoPaulo: Editora Edgar Blüchler, 1992. p. 330.

WIDEMAN, R.M. Glossary of Project Management Terms. Vancouver, Canada. 2001:a. Disponível em: <http://www.pmforum.org/library/glossary/index.htm>. Acesso em: 14 jun. 2002.

WIDEMAN, R.M. The Future of Project Management. Vancouver, Canada. 2001:b. Disponível em: <http://www.maxwideman.com/papers/future.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2002

WINEBRAKE, J.J.; CRESWICK, B. P. The future of hydrogen fueling for transportation: An application of perspective-based scenario analysis using the analytic hierarchy process. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 70, p. 359-384, 2003.

ZIGIARIS, S. *Supply chain management*. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques. Greece: URENIO Research Unit, 2000. 27 p.